



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DEL ESTÁNDAR API-SPECIFICATION-19-AC PARA LA FABRICACIÓN DE LA CAMISA DESLIZANTE (SLIDING SLEEVE), ACCESORIO DE COMPLETACIÓN DE FONDO DE POZOS PETROLEROS

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

SAMBACHI CAIZA EDISON PATRICIO

edison.sambachi@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. SOTOMAYOR VERÓNICA M.Sc.

veronica.sotomayor@epn.edu.ec

Quito, agosto de 2019

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **Sambachi Caiza Edison Patricio**, bajo mi supervisión.

Ing. Verónica Sotomayor M.Sc.
DIRECTOR DE PROYECTO

DECLARACIÓN

Yo, **Edison Patricio Sambachi Caiza**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Edison Patricio Sambachi Caiza

AGRADECIMIENTO

A la persona más importante hasta mis días, mi madre, María Caiza, por el apoyo incondicional que me ha brindado desde el día que me tuvo es sus brazos, por ser mi ejemplo de valentía, perseverancia y coraje y por enseñarme que la esperanza es lo último que se pierde.

A mi padre, Cesar Sambachi, por enseñarme que con esfuerzo en el trabajo se puede llegar a cada una de las metas.

A mis hermanos, por siempre estar presente y ese apoyo incondicional que siempre me han brindado.

Edison Sambachi

DEDICATORIA

A mi familia, por el ánimo brindado durante toda mi vida estudiantil y por permitirme culminar el presente trabajo y esta etapa de mi vida.

A mi directora Ing. Verónica Sotomayor M.Sc. por su guía y colaboración prestada para el desarrollo y término de presente trabajo.

A la empresa Sertecpet S.A., especialmente a todo el personal de Planta de Producción por la paciencia, enseñanza y colaboración prestada para el desarrollo de este trabajo.

A mis profesores de toda mi vida estudiantil por su entrega a la enseñanza.

A los amigos por hacer de la vida estudiantil agradable y amena.

Edison Sambachi

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	i
DECLARACIÓN.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
Pregunta de Investigación.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos	3
1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Generalidades de la producción de petróleo	4
1.1.6. Características físicas y ambientales de los pozos petroleros	10
1.3. Completación de fondo de pozos petroleros	13
1.3.1. Sistemas de levantamiento artificial.....	13
1.3.2. Componentes básicos de una completación.....	15
1.3.2.1. Camisa deslizante.....	15
1.3.2.4. Método de trabajo	17
1.4. Procesos de fabricación de la camisa deslizante	22
1.4.1. Proceso de manufactura.....	22
1.4.2. Materiales de fabricación de la camisa deslizante	23
1.4.2.1. Materiales metálicos	23
1.1.3.2. Materiales no metálicos.....	24
1.1. Organismos internacionales de estandarización y especificación.....	25
1.1.4. Organización Internacional de Estandarización	25
1.1.5. Instituto Americano del Petróleo	27
1.1.6. Estándar API Specification Q1.....	28
1.1.7. Beneficios de la certificación de estándares internacionales.....	29
2. METODOLOGÍA.....	30

2.1. Estándar API Specification 19 AC.....	30
2.2. Evaluación de los requisitos del estándar.....	32
2.2.1. Requisitos para la fabricación de accesorios de completación según API Specification 19 AC	32
2.2.1.1. Requisitos para el usuario/comprador	32
2.2.1.2. Requisitos para el proveedor/fabricante	32
2.3. Antecedentes de la fabricación de la camisa deslizante	33
2.3.1.1. La camisa deslizante.....	33
2.3.2. Planta de producción CNC	34
2.4. Desarrollo de la metodología de aplicación del estándar.....	38
2.4.1. Introducción de la metodología	38
2.4.2. Matriz de planificación y responsabilidad.....	39
2.4.3. Desarrollo de la metodología de acuerdo a API Spec. 19 AC	41
2.4.4. Fase de diseño y desarrollo.....	42
2.4.4.2. Documento guía para el desarrollo del plan de diseño	42
2.4.4.3. Documento guía para el desarrollo de los planos.....	43
2.4.4.4. Documento guía para el desarrollo de la memoria de diseño.....	43
2.4.4.5. Documento guía para el desarrollo de pruebas de validación	44
2.4.5. Fase de Control de calidad.....	44
2.4.6. Fase de Servicios	45
2.5. Procedimiento de fabricación de la camisa deslizante	46
3. RESULTADOS Y VALIDACIÓN.....	47
3.1. Resultados de la evaluación de requisitos cumplidos.....	47
3.1.1. Ponderación para la evaluación de los resultados	47
3.1.2. Auditoría interna de API Specification 19 AC.....	49
3.2. Verificación de los requisitos del estándar.....	50
3.2.1. Resultado de la verificación de requisitos	52
3.2.2. Resultado porcentual de la verificación de los requisitos	54
3.2. Análisis del resultado de la verificación de requisitos	55
3.3. Metodología para la implementación del estándar	56
3.3.1. Proceso para la implementación.....	57

3.3.2. Proceso para certificarse	58
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
4.1. Conclusiones	59
4.2. Recomendaciones	60
Anexo I. Lista maestra de documentos	66
Anexo II. Documentación existente en la empresa para uso de la implementación	67
Anexo III. Registro de requerimientos de accesorios de completación.....	69
Anexo IV. Plan de diseño.....	70
Anexo V. Plano	71
Anexo VI. Memoria de diseño	72
Anexo VII. Procedimiento de pruebas de validación	82
Anexo VIII. Hoja de proceso para la conformidad de producto manufacturado	84
Anexo IX. Manual de operación	85
Anexo X. Ficha técnica	92
Anexo XI. Registro de pedido materia prima para API Spec. 19AC	93
Anexo XII. Registro de pedido de materiales no metálicos para API Spec. 19AC	94
Anexo XIII. Procedimiento para la fabricación de productos bajo API Spec. 19AC	95
Anexo XIV. Auditoria interna	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1. Matriz Energética Mundial.....	4
Figura 1. 2. Formación de un yacimiento de petróleo.....	6
Figura 1. 3. Revestimiento de los pozos petroleros.....	9
Figura 1. 4. Camisa deslizante.....	15
Figura 1. 5. Completación de un pozo petrolero.....	16
Figura 1. 6. Camisa deslizante de Weatherford	17
Figura 1. 7. Conexión integral.	18
Figura 1. 8. Conexión acoplada.	19
Figura 1. 9. Pup joint de diferentes longitudes.	19
Figura 1. 10. No – go nipple.....	20
Figura 1. 11. Standing valve.	20
Figura 1. 12. On – off tools.....	21
Figura 1. 13. Empacadura o paker.....	21
Figura 1. 14. X – Over.....	22
Figura 1. 15. Diagrama del Proceso de Manufactura	23
Figura 1. 16. Logotipo ISO.....	25
Figura 1. 17. Logo de API.	27
Figura 2. 1. Camisa deslizante.....	33
Figura 2. 2. Organigrama estructural del área de Planta de Producción	35
Figura 3. 1. Porcentaje de cumplimiento de requisitos exigidos por API Spec. 19 AC.....	55
Figura A. 1. Lista maestra de documentos de Planta de Producción	66
Figura A. 2. Documento guía registro de requerimientos de accesorios de completación	69
Figura A. 3. Documento guía de plan de diseño	70
Figura A. 4. Documento guía de un plano.....	71
Figura A. 5. Documento guía de memoria de diseño	81
Figura A. 6. Documento guía para procedimiento de pruebas de validación.....	83
Figura A. 7. Documento guía de hoja de proceso para la conformidad de producto manufacturado.....	84
Figura A. 8. Documento guía para manual de operación	91
Figura A. 9. Documento guía de ficha técnica.....	92
Figura A. 10. Documento guía de registro de requerimientos de materiales metálicos	93
Figura A. 11. Documento guía de registro de pedido de materiales no metálicos	94

Figura A. 12. Documento guía para procedimiento de fabricación de productos bajo API Spec. 19 AC	104
Figura A. 13. Auditoria interna	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1. Clasificación del petróleo según los grados API.	6
Tabla 1. 2. Etapas de perforación y revestimientos.	9
Tabla 1. 3. Ejemplo de tubing de mayor uso en la industria petrolera.	18
Tabla 1. 4. Aceros aceptables para ambientes corrosivos.	23
Tabla 1. 5. Composición química del acero L80.	24
Tabla 1. 6. Propiedades mecánicas del acero L80.	24
Tabla 1. 7. Propiedades y características del elastómero HNBR.	24
Tabla 1. 8. Familia de las normas ISO.	26
Tabla 2. 1. Partes de la camisa deslizante de Sertecpet S.A.	34
Tabla 2. 2. Encabezado de los documentos.	36
Tabla 2. 3. Datos del código.	36
Tabla 2. 4. Datos de encabezado.	37
Tabla 2. 5. Contenido de la hoja de modificaciones.	37
Tabla 2. 6. Contenido de pie de página.	38
Tabla 2. 7. Documentación general para el desarrollo de la metodología.	39
Tabla 2. 8. Matriz de planificación.	40
Tabla 2. 9. Fases de la implementación y documentación requerida.	41
Tabla 2. 10. Pruebas a realizar a la camisa deslizante.	44
Tabla 2. 11. Resumen de los requisitos para el grado de calidad.	44
Tabla 3. 1. Ponderado de los requisitos de la norma.	47
Tabla 3. 2. Evaluación de los requisitos de la especificación.	48
Tabla 3. 3. Información general de auditoría.	49
Tabla 3. 4. Análisis de los requisitos de las especificaciones funcionales.	50
Tabla 3. 5. Análisis de los requisitos de las especificaciones técnicas.	50
Tabla 3. 6. Análisis de los requisitos del control de calidad.	51
Tabla 3. 7. Resumen de los requisitos de servicios interno y externos.	52
Tabla 3. 8. Verificación de los requisitos de las especificaciones funcionales.	52
Tabla 3. 9. Verificación de los requisitos de las especificaciones técnicas.	53
Tabla 3. 10. Verificación de los requisitos del control de calidad.	53
Tabla 3. 11. Verificación de los requisitos de servicios internos y externos.	54
Tabla 3. 12. Verificación general final de los requisitos del estándar.	55
Tabla 3. 13. Metodología para la implementación.	56
Tabla 3. 15. Proceso de implementación.	57

RESUMEN

El presente documento tiene por objetivo desarrollar una metodología que permita a la empresa Sertecpet S.A. la implementación del estándar API Specification 19 AC, primera edición, para la fabricación de la camisa deslizante. El estudio parte de conocer el funcionamiento, ambiente de trabajo, materiales y los procesos de fabricación del accesorio, esto permitió proseguir en la revisión del estándar y poder obtener la mejor interpretación de su contenido. A partir de la revisión se conoce que el estándar proporciona requisitos de funcionalidad, diseño y desarrollo, fabricación y servicios post venta de accesorios de completación destinados para ser de uso en la industria del petróleo y gas natural. Mediante un control de documentación, equipos y procesos, se pueda obtener un producto de calidad. Interpretados los requisitos de la mejor manera, fue necesario conocer los antecedentes de la empresa para determinar los requisitos que ya se cumplen en los procesos de la empresa y cuales son necesarios plasmar en documentos existentes o requiere de nueva documentación para conocimiento de terceros y se cumpla con los requisitos mínimos pedidos por el estándar. Esta metodología le permitirá a la empresa conocer las directrices a seguir e implementar el estándar para mejorar la competitividad y poder presentar a la camisa deslizante con una certificación API en mercados internacionales. Las certificaciones API brindan confiabilidad en los productos por parte de los usuarios/compradores de un accesorio de completación.

Palabras clave: Calidad, cumplimiento, documentación, funcionalidad, requisito.

ABSTRACT

The purpose of this document is to develop a methodology that allows the company Sertecpet S.A. the implementation of API Specification 19 AC, first edition, for the manufacture of the sliding sleeve. The study starts from knowing the operation, work environment, materials and manufacturing processes of the accessory, this allowed to continue in the revision of the standard and to obtain the best interpretation of its content. From the review it is known that the standard provides requirements for functionality, design and development, manufacturing and after-sales services of completion accessories intended to be of use in the oil and natural gas industry. Through a control of documentation, equipment and processes, a quality product can be obtained. Interpreted the requirements in the best way, it was necessary to know the background of the company to determine the requirements that are already met in the processes of the company and which are necessary to translate into existing documents or requires new documentation for third party knowledge and compliance with the minimum requirements requested by the standard. This methodology will allow the company to know the guidelines to follow and implement the standard to improve competitiveness and to present the sliding shirt with an API certification in international markets. The API certifications provide reliability in the products by the users / buyers of a completion accessory.

Keywords: Quality, compliance, documentation, functionality, requirement.

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DEL ESTÁNDAR API-SPECIFICATION-19-AC PARA LA FABRICACIÓN DE LA CAMISA DESLIZANTE (SLIDING SLEEVE), ACCESORIO DE COMPLETACIÓN DE FONDO DE POZOS PETROLEROS

INTRODUCCIÓN

El petróleo es la principal fuente de energía en el mundo y de vital importancia para el normal funcionamiento de una economía. En la República del Ecuador la venta de crudo es uno de los más importantes rubros de exportación y fuente básica de financiación del presupuesto estatal, el socio más pequeño de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP).

Sertecpet S.A., es una empresa ecuatoriana que se dedica a la comercialización de productos y servicios para uso de la industria energética, subsector petróleo y gas natural. La empresa fue fundada por los hermanos López Robayo en el año de 1990, a raíz del incremento de las demandas y exigencias de los sectores energéticos en el Ecuador. Desde su inicio, la empresa se ha afianzado gracias a factores claves como: soluciones integrales energéticas, capacidades productivas, innovación tecnológica y personal con una sólida formación profesional, experiencia y profundos valores personales y corporativos.

En la actualidad la empresa Sertecpet S.A., esta domiciliada en la ciudad de Quito, también cuenta con un moderno complejo industrial “Ing. Carlos López Robayo” en la ciudad del Coca, Provincia de Francisco de Orellana, la cual cuenta con tecnología de punta en equipos de control, software y licencias. Su misión es “generar soluciones integrales para el sector energético con tecnología de punta: y su visión es la excelencia en soluciones energéticas a nivel mundial” (Sertecpet, S.A., 2018)

Por lo que respecta a las actividades de la empresa estas se dividen en líneas de servicios y procesos productivos los cuales se ilustran a continuación:

Operaciones. - Especializado en la operación y reparación de la completación de pozo y facilidades de superficie, como: producción con levantamiento artificial hidráulico, eléctrico y cavidad progresiva, pruebas de pozo con unidades técnicas de mantenimiento (MTU) y renta de equipos de superficie.

Proyectos. - Encargado en el desarrollo de proyectos de infraestructura civil, mecánica, eléctrica, instrumentación y control, montaje de plantas industriales, ductos, oleoductos y líneas de flujo.

Planta ASME. - Encargada del desarrollo de equipos especializados y paquetizados, diseño y construcción de: tanques soldados bajo API 12F, recipientes a presión con estampe ASME, equipos específicos para procesamiento y medición de fluidos.

Planta Producción. - Especializada en la reparación de roscas (Tenaris, API), diseño y producción de herramientas y accesorios, tales como: bomba Jet Claw, no-go, nipples, paker, separation sleeve/tool, cross over, y demás accesorios de completación. De entre ellas cabe mencionar a la camisa deslizante que es de vital importancia para el desarrollo de este escrito.

Las herramientas y accesorios de completación en su mayoría son fabricados de acero al carbono, y dependiendo de su funcionalidad pueden estar acompañados de otros materiales como los elastómeros. Estos productos trabajan a profundidades extremas, altas presiones, elevadas temperaturas y ambientes hostiles de corrosión y desgaste. Las condiciones extremas de trabajo de los materiales metálicos y los elastómeros hacen que estas sean susceptibles al deterioro permanente de sus propiedades hasta producirse la falla. Razón por la cual la fabricación de productos destinados al uso en la industria del petróleo y gas natural se rigen a los más exigentes estándares internacionales como la Organización Internacional de Estandarización (ISO) y el Instituto Americano del Petróleo (API, por sus siglas en ingles).

Sertecpet S.A., como parte de la industria ecuatoriana es capaz de fabricar herramientas y accesorios de completación de fondos de pozos petroleros, que, mediante una metodología le permitirá implementar el estándar internacional API Specification 19 AC, para la fabricación de la camisa deslizante, aumentando la confiabilidad y esta pueda ingresar tanto en el mercado nacional como internacional de la industria petrolera y gas

natural. El aumento de la demanda de productos nacionales, incrementa el desarrollo productivo y económico del país.

Pregunta de Investigación

¿Cuál es la metodología para cumplir los requisitos del estándar API Specification 19 AC?

Objetivo general

Desarrollar la metodología para la aplicación del estándar API-Specification-19-AC, para la fabricación de la camisa deslizante (sliding sleeve), accesorio de completación de fondo de pozos petroleros.

Objetivos específicos

- Conocer los aspectos generales sobre la funcionalidad, ambiente de trabajo y fabricación de la camisa deslizante.
- Recopilar los requerimientos del estándar API-Specification-19-AC para accesorios de completación.
- Incluir los requerimientos del estándar en procedimiento existente, en la empresa Sertecpet S.A.
- Analizar el cumplimiento del estándar mediante la metodología desarrollada.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Generalidades de la producción de petróleo

La camisa deslizante es un accesorio que forma parte de la completación de los pozos, y las condiciones de trabajo dependen de las zonas en donde se encuentra un yacimiento de petróleo, además de las características físico-químicas del mismo. A continuación, se conoce algunos aspectos generales del petróleo.

1.1.1. Consumo de petróleo en el mundo

Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés), data que hasta el año 2014, el consumo de energía procedente de combustibles fósiles a nivel mundial es del 81% del consumo total, donde la energía procedente del petróleo ocupa un lugar predominante e insustituible (ver figura 1.1), sobre las procedentes del carbón, gas, biomasa, nuclear, hidráulica, geotérmica, solar y eólica (GESTAR, 2018).

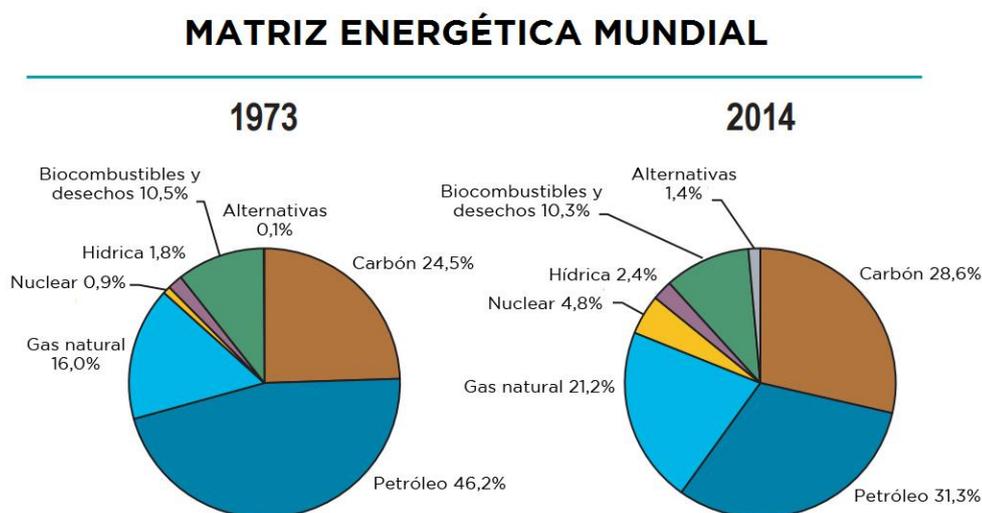


Figura 1. 1. Matriz Energética Mundial.
(Fuente: GESTAR, 2018)

La matriz energética mundial del 2014, indica que la energía primaria de mayor importancia es el petróleo, en el año de 1973 el consumo de petróleo representaba el 46.2% de la matriz energética, este ha ido decreciendo debido al incremento del consumo de otras fuentes de energías y las llamadas energías limpias o renovables.

En el Ecuador la venta de crudo es uno de los más importantes rubros de exportación y fuente básica de financiación del presupuesto estatal, el socio más pequeño de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) (Petroecuador, 2013).

1.1.2. Petróleo

La palabra petróleo viene etimológicamente de las voces latinas petro (roca) y óleum (aceite): o aceite de roca. El petróleo también es conocido como oro negro o crudo, es un líquido viscoso compuesto por diferentes hidrocarburos, es decir, es un compuesto formado por átomos de carbono e hidrógeno que se encuentran en una roca (Petroecuador, 2013).

Tiene su origen en la descomposición de la materia orgánica como animales y plantas que existían en la era Mesozoica, más conocida como la era de los dinosaurios, que en la última gran extinción terrestre fueron sepultados por grandes masas de agua, rocas, arenas y arcillas. El proceso de descomposición de la materia orgánica a elevadas presiones, altas temperaturas y ausencia de oxígeno durante largos periodos de entre 10 y 100 millones de años fueron lentamente transformándose en hidrocarburos (Repsol YPF, 2002).

1.1.2.1. Características físico – químicas del petróleo

Las características físico – químicas del petróleo dependen del lugar donde se formó el hidrocarburo, ya que está acompañado de compuestos oxigenados, nitrogenados, y otros compuestos orgánicos con elementos como: azufre, níquel o vanadio.

El color del petróleo varía por la reflexión de la luz y va desde el petróleo liviano que puede llegar a tener un color blanquecino verdoso, pasando por los colores amarillo, marrón hasta llegar al pesado y extra pesado que son negros en su totalidad. El olor del petróleo es aromático, como el de la gasolina u otros derivados. Si el petróleo contiene azufre, su olor es fuerte; si contiene sulfuro de hidrógeno, los vapores serán irritantes, tóxicos y hasta mortíferos. Debido a esta característica el petróleo puede ser designado como dulce (bajo contenido de sulfuro de hidrógeno o dióxido de carbono) o agrio (alto contenido de sulfuro de hidrogeno o dióxido de carbono) (Repsol YPF, 2002).

Para medir la gravedad específica del petróleo, el Instituto Americano del Petróleo (API, por sus siglas en inglés) determina una escala expresada en grados API. Tomando como base la densidad de agua que es igual a 10° API. (Petroecuador, 2013). La clasificación del tipo de crudo con respecto a los grados API, se indican en la tabla 1.1.

Tabla 1. 1. Clasificación del petróleo según los grados API.

Tipo de petróleo	° API
Crudo ligero	> 31,1
Crudo liviano	22,3 – 31,1
Crudo pesado	10 – 22,3
Crudo extra pesado	< 10

(Fuente: propia)

La composición química elemental promedio es de 85% C, 12% H, y 3% S, O, N y otros elementos metálicos, su fórmula general es C_nH_{2n+2} , mientras que los naftenos responden a la fórmula C_nH_{2n} . El poder calorífico del petróleo es de 10000 [kcal/gr] (Repsol YPF, 2002).

1.1.3. Formación y preservación de un yacimiento de petróleo

Para la formación y preservación de un yacimiento de petróleo es necesario de componentes geológicos y una apropiada correlación de los tiempos de formación, generación, migración y acumulación de los hidrocarburos (ver Figura 1.2).

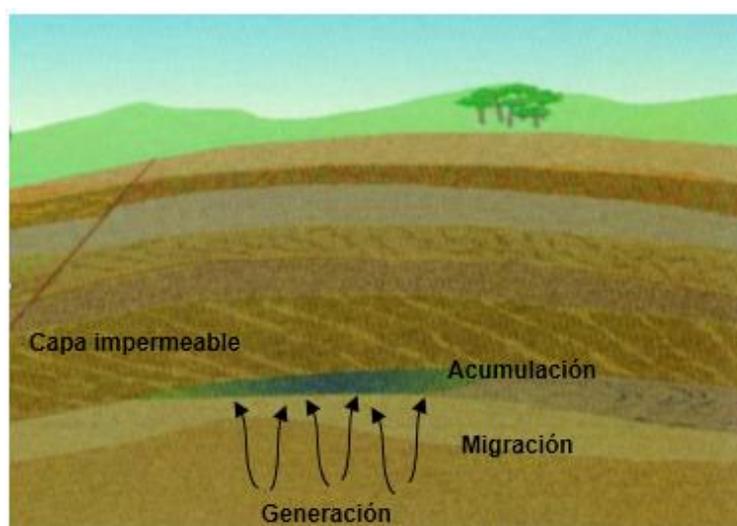


Figura 1. 2. Formación de un yacimiento de petróleo.
(Fuente: REPSOL YPF, 2002)

Los hidrocarburos se encuentran en arenas, conglomerados, calizas y dolomías porosas que se compactan o maduran en una roca sedimentaria llamada roca madre (source rock), por su naturaleza líquida migran en dirección de la superficie terrestre, hacia presiones más bajas o hasta encontrarse con una capa impermeable (seal) que impida continuar emigrando hacia la superficie, acumulándose en lo que se llama roca reservorio (reservoir rock) que debe tener una porosidad adecuada para contener los hidrocarburos, esta estructura se le denomina trampa petrolífera, cuando los hidrocarburos no encuentran una capa impermeable llegan a la superficie en donde los productos más ligeros que lo componen se evaporan y el resto se oxida formando los asfaltos sobre la superficie terrestre que al ser ubicados aumentan la probabilidad de encontrar un yacimiento de petróleo (Repsol YPF, 2002).

1.1.4. Fases de la producción de petróleo

Las fases de producción de petróleo tienen un orden, conocido como cadena de valor, que comprende las actividades necesarias para agregarle valor al crudo.

1.1.4.1. Prospección y extracción

La prospección o búsqueda del yacimiento es la primera fase de la producción de petróleo. Esta fase se ocupa de analizar a detalle el suelo, composición o escapes de hidrocarburos gaseosos o líquidos a través de las grietas del suelo, que facilitan la búsqueda y determinan lugares que puedan contener yacimientos de petróleo. En la búsqueda de yacimientos de petróleo, participan las más diversas y modernas ciencias y tecnología de punta, lo que implica un complejo y muy costoso estudio, donde solo un 10% de los casos se llegan a descubrir petróleo, y únicamente un 0,2% de los cuales son lo suficientemente rentables para ser explotados. Terminada la fase de prospección se realiza un estudio para conocer si un yacimiento contiene suficiente petróleo como para que su explotación sea rentable. El estudio se realiza mediante la perforación del suelo con ayuda de una barrena potente instalada en una torre de perforación, que agujerea lentamente el suelo, hasta llegar a un yacimiento (Repsol YPF, 2002).

1.2.3.1. Transporte y refinado

El crudo extraído de los yacimientos a través de los pozos petroleros es prácticamente inservible, y es transportado vía terrestre por sistemas de oleoductos, poliductos y

tanques, y vía marítima por buque-tanques o en su defecto por oleoductos a través de mares, hacia las refinerías que se encuentran cerca de los grandes centros de consumo. En las refinerías el crudo es refinado para darle valor agregado y satisfacer las necesidades energéticas y de exportación. La refinación es la transformación del crudo en diversos tipos de combustibles, estos procesos “se realizan en torres de gran altura y dividida en diferentes compartimentos horizontales, para obtener productos destilados que, posteriormente son nuevamente refinados donde se modifica su composición molecular o se elimina compuestos no deseados como el azufre”. (Repsol YPF, 2002). Los productos refinados del crudo son: gases, éter de petróleo, gasolinas y naftas, queroseno, gasóleos, fuelóleos, aceites y lubricantes, ceras, asfaltos y coque. Algunos de estos compuestos son obtenidos progresivamente debido a su temperatura de ebullición y características semejantes.

1.1.4.2. Almacenamiento y comercialización

La fase de almacenamiento es de vital importancia ya que permite garantizar el abastecimiento regular, tanto de crudo, como de sus derivados, sobre todo en los momentos de crisis. En una refinería, el parque de almacenamiento representa el 70% de terreno disponible, y un gasto equivalente al de procesamiento y tratamiento del petróleo. La comercialización es la fase de venta del petróleo crudo o de sus derivados. Para la comercialización de sus derivados, ha sido necesario desarrollar varios sistemas de distribución para ponerlos al alcance de los consumidores.

En este breve reconocimiento se puede observar que el enfoque de este escrito se ciñe en la fase de prospección y extracción del petróleo.

1.1.5. Pozo de petróleo

Un pozo petrolero es una obra de ingeniería que consiste en perforar o hacer un agujero en el suelo, mediante el uso de barrenas de diferentes diámetros, que conforme se avanza en la profundidad, se refuerza con revestimientos de tubería (casing) y cemento (ver figura 1.3), la perforación se realiza con la finalidad de poner en contacto un yacimiento de petróleo con la superficie terrestre.

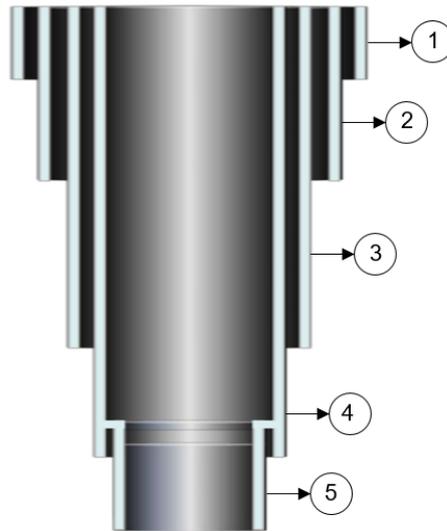


Figura 1. 3. Revestimiento de los pozos petroleros
(Fuente: Mendéz A., 2013)

La instalación de la tubería de acero y cementación de la misma, se le conoce como “bajada de la tubería”, y es el componente estructural de vital importancia, ya que evita que las paredes del pozo se derrumben, aísla de las formaciones de agua dulce y salmueras químicamente agresivas y proporciona un medio seguro para el control de presión a medida que se perfora el pozo y de las herramientas que se usan para la explotación del petróleo. Las tuberías de revestimientos se encuentran disponibles en una variedad de diámetros, librajes y grados del material (Mendéz, 2013).

Tabla 1. 2. Etapas de perforación y revestimientos.

Nivel	Tubería	Diámetro (agujero) m [in]	Diámetro (tubería) m [in]	Libraje Kg/m [lb/ft]	Grado	Profundidad (asentamiento) m [ft]
1	Conductora	0,914 [36]	0,762 [30]	140 [94]	C- 95	79 - 150 [260 – 490]
2	Superficial	0,660 [26]	0,508 [20]	140-107,3 [94 – 72]	K- 55	610 - 1005 [2000 – 3300]
3	Intermedia	0,445 [17 ½]	0,406-0,339 [16 - 13 3/8]	101,3-81,2 [68 - 54,5]	K- 55	1800 - 2400 [5900 – 7900]
4	Intermedia	0,311 [12 ¼]	0,244 [9 5/8]	79,7 - 70 [53,5 – 47]	N- 80 L- 80	2773 - 3200 [9100 – 10500]
5	Explotación	0,216 [8 ½]	0,178 [7]	38,75 [26]	P- 110	3962 - 5030 [13000– 16500]

(Fuente: Mendéz A., 2013)

1.1.5.1. Perforación de pozos

Las técnicas de perforación de pozos se han desarrollado para la obtención de aceite y gas, posteriormente para la industria petrolera se han estudiado para optimizar los procesos y obtener pozos seguros, en un menor tiempo y al menor costo posible. Desde los inicios de las técnicas de perforación con cable o percusión hasta el presente, con la utilización de herramientas rotativa accionadas desde superficie o mediante el empleo de motores de fondo, ha habido una permanente preocupación por mejorar la calidad de los pozos perforados, reducir los costos. Los tipos de perforación que existen son:

- **Perforación por percusión**

El método de perforación por percusión se realiza mediante el movimiento alternativo (bajar y subir) de una pesada barrena, tipo cincel, que en su caída va fracturando o disgregando la roca, desprendiendo trozos de diverso tamaño, que después son extraídos por medio de una cuchara (Campos, 2011).

- **Perforación Rotativa**

El método de perforación rotativa con circulación directa se utiliza desde 1860, siendo más conocido a partir de 1900 con la explotación petrolera. Su objetivo es proporcionar rotación a la herramienta utilizada para triturar o cortar la roca (barrena), para que realice la acción de perforar por medio de un efecto de abrasión y el recorte producido es extraído a la superficie por medio del fluido de perforación (Mendéz, 2013).

1.1.6. Características físicas y ambientales de los pozos petroleros

Las características físicas y ambientales de los pozos petroleros dependen de las zonas de explotación (ya sea en la superficie terrestre o en los mares), de la estructura de la formación y del tipo de yacimiento de crudo que se explote.

1.1.6.1. Profundidad vertical verdadera (TVD)

La profundidad o profundidad vertical verdadera (TVD), es la medida vertical desde la superficie hasta el nivel donde se encuentra el yacimiento, en su mayoría los pozos se encuentran entre 600 y 4600 m [2000 y 15000 ft] de profundidad, en algunos lugares (en el mar) puede llegar hasta los 7620 m [25000 ft]. El diámetro de los pozos sin contar la

tubería conductora se encuentra entre 0,508 m [20 in] al inicio y 0,114 m [4 ½ in] en el fondo. Según la profundidad del pozo, se deriva otras características de vital importancia en la producción de petróleo como lo son: la presión y la temperatura.

1.1.6.2. Presión

El conocimiento de los efectos de la presión en la perforación o en el fondo de los pozos, permite reducir los riesgos de colapso y estallido de la tubería de revestimiento o la tubería de producción un pozo, también puede mejorar o disminuir la producción de petróleo. Las presiones relacionadas con la perforación de los pozos son:

- **Presión de sobrecarga**

La presión de sobrecarga, es la presión ejercida por el peso de los sedimentos de las capas de la formación, a una determinada profundidad.

- **Presión de fractura**

La presión de fractura, es la presión máxima que soporta una formación en su plano más débil, sin que se produzca la falla.

- **Presión de circulación**

La presión de circulación, es la presión que se necesita para vencer la fricción producida por el fluido en circulación.

- **Presión hidráulica**

La presión hidráulica o lodo, es la presión ejercida por el peso de la columna vertical del fluido estático o lodo, a una determinada profundidad. La presión hidráulica puede obtenerse mediante la ecuación siguiente:

$$P_h = \rho * TVD * S_g \quad \text{Ec. 1. 1}$$

Donde:

P_h = presión hidrostática

ρ = densidad del fluido

TVD = Profundidad vertical verdadera

S_g = factor de gradiente

- **Presión de formación**

La presión de formación o presión de poro, es una variable que no se puede determinar hasta realizar estudios una vez terminada la perforación, para conocer esta presión esperada se ha realizado estudios mediante técnicas vanguardistas por parte de los ingenieros y geocientíficos en las zonas del Golfo de México, México y Mar del Norte. Estos estudios concluyen “Todas las geopresiones, se encuentran en equilibrio. Por consiguiente, la presión de poro es equivalente a la presión hidrostática del agua intersticial, en las cuencas sedimentarias, esta normalmente posee una densidad de 1073 kg/m³ [8,95 lbm/gal], lo que establece un gradiente de presión de 10,5 kPa/m [0,465 psi/ft]. La presión de formación se puede obtener mediante la ecuación siguiente: (Schlumberger, 2006)

$$P_f = 10,5 \text{ kPa/m} * \text{TVD} \qquad \text{Ec. 1. 2}$$

En consideración con las profundidades de los pozos, se puede obtener presiones de hasta 479 kPa [10000 psi], en el fondo de un pozo con una profundidad vertical verdadera de 7620 m [25000 ft].

1.1.6.3. Temperatura

La temperatura desempeña un rol importante en los procesos de fondo de pozo, sus mediciones en un inicio se usaban para monitorear el desempeño de la producción de crudo, cálculo de las contribuciones del flujo, evaluación de los perfiles de agua, efectividad de las operaciones de fracturamiento, etc. En la actualidad diversos estudios realizados por los ingenieros o geólogos y mediante diferentes métodos, se ha logrado obtener una tasa de incremento de la temperatura por unidad de la profundidad, y es igual a 30 °C/km [0,015 °F/ft] esta tasa de incremento también se le conoce como gradiente geotermal, el cual varía entre un lugar y otro, a veces el aumento es considerable alrededor de las partes volcánicas. La temperatura de fondo de pozo puede calcularse mediante la ecuación siguiente: (Schlumberger, 2009)

$$T = T_s + 30 \text{ °C/km} * \text{TVD} \qquad \text{Ec. 1. 3}$$

Donde:

T = temperatura en el fondo del pozo

T_s = temperatura en la superficie

TVD = profundidad vertical verdadera

En consideración con las profundidades de los pozos, se puede obtener temperaturas de hasta 190 30 °C [375 °F].

1.1.6.4. Ambiente corrosivo

Mencionado anteriormente los hidrocarburos, están acompañados de compuestos como: el ácido sulfhídrico (H₂S), bióxido de carbono (CO₂) y oxígeno (O₂), y pueden estar presentes en altas o bajas concentraciones. Dichos compuestos pueden ser perjudiciales para los materiales usados durante la perforación, terminación y en la vida productiva de los pozos. Entre estos materiales está el acero, que en presencia del H₂S puede dar inicio a la corrosión ácida, o al CO₂, a la corrosión dulce y a la corrosión por presencia de O₂. La corrosión dulce afecta las partes internas del pozo, y para que se produzca este tipo de corrosión la presión parcial del gas CO₂, puede ser tan baja como 3 [psi].

La corrosión acida afecta a todo el sistema de producción de petróleo, partes internas del pozo y a las redes colectoras del petróleo. Considerada la más peligrosa debido a que forma celdas de corrosión que producen picaduras, fisuración por tensocorrosión por sulfuro (SSC, por sus siglas en ingles) y fragilidad por hidrogeno. “La fisuración por SSC, es el resultado del esfuerzo por tracción y un ambiente húmedo, lo que produce picaduras redondas y someras con fondos corroídos, acompañadas por fisuras ramificadas que pueden conducir rápidamente a la rotura. Los fluidos se consideran ácidos, si el gas producido tiene más de 5,7 [mg] de H₂S por m³ o 4 [ppm] de gas natural. Para manejar la corrosión y el índice de corrosión, es importante conocer la metalurgia de los materiales a utilizar y los ambientes en los cuales operarán (Schlumberger, 2016).

1.3. Completación de fondo de pozos petroleros

1.3.1. Sistemas de levantamiento artificial

La producción de petróleo de un yacimiento puede ser natural, si la presión de formación es suficiente, la cual forzará la salida del petróleo a través del pozo, si la presión de formación no es suficiente o esta se reduce y no es lo suficiente para que este salga a la superficie, es necesario emplear métodos artificiales de bombeo que transmitan la energía necesaria para que el fluido llegue al exterior y seguir con la producción del yacimiento. Los sistemas de levantamiento artificial son los siguientes:

- **Sistema de bombeo mecánico**

Un equipo de bombeo mecánico produce un movimiento continuo de arriba hacia abajo que acciona la bomba sumergible en una perforación. Un motor eléctrico, gira unas manivelas que, por su acción, suben y bajan un extremo de un eje de metal. El otro extremo del eje, posee una curva que está unido a una barra de metal, la misma que puede tener una longitud de cientos de metros (Bravo, 2011).

- **Sistema de bombeo hidráulico**

El principio fundamental que se emplea en el bombeo hidráulico es la “Ley de Pascal”, la cual expone lo siguiente: “En cualquier punto en el interior de un líquido en reposo, la presión es la misma en todas las direcciones”. Mediante este principio, se trasmite la presión desde la superficie hasta el fondo del pozo, a través de una tubería llena de líquido, hasta cualquier pozo petrolero. El líquido a presión se dirige por una tubería al fondo del pozo, que acciona la bomba hidráulica mecánicamente acoplada a una camisa (Bravo, 2011).

- **Sistema de bombeo neumático**

El bombeo neumático es un sistema que se utiliza gas a una presión relativamente alta, para poder aligerar la columna de fluido y que este salga hacia la superficie. El gas inyectado origina que la presión que ejerce la carga del fluido sobre la formación disminuya debido a la reducción de la densidad de dicho fluido y por otro lado la expansión del gas inyectado con el consecuente desplazamiento del fluido (Bravo, 2011).

- **Sistema de bombeo electrosumergible**

El bombeo electrosumergible emplea energía eléctrica para convertirla en energía mecánica, los cuales necesitan una potencia que suministra un motor de inducción que es alimentado por un cable de potencia y así levantar la columna del fluido desde la profundidad que se encuentre hacia la superficie. Además, se emplean bombas centrífugas multietapas con un impulso rotatorio y un difusor estacionario que transfieren el movimiento rotacional al fluido para su salida (López, 2017).

Estos sistemas de bombeo requieren de una serie de herramientas y accesorios para funcionamiento. A continuación, se describen algunos de los componentes básicos necesarios para la producción de petróleo.

1.3.2. Componentes básicos de una completación

Existe una variedad de componentes, cada uno de ellos es específico a su función, dimensión, libraje y para cada uno de los sistemas naturales o artificiales de extracción de petróleo. A continuación, se detalla las características de los componentes utilizados en completación típica:

1.3.2.1. Camisa deslizante

La camisa deslizante (ver figura 1.4), es un accesorio usado en la completación de fondo de petroleros y va ensamblada mediante una conexión roscada en la tubería de producción (tubing).

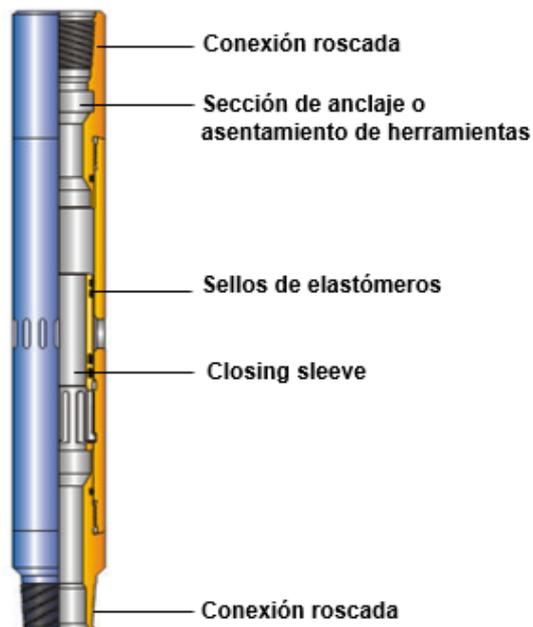


Figura 1. 4. Camisa deslizante.
(Fuente: Parveen Industries Pvt. Ltd, 2019)

La camisa deslizante permite la comunicación entre la tubería de producción y el espacio anular, se utiliza para realizar una producción de petróleo selectiva en un pozo, también ayuda a estabilizar o igualar las presiones entre la formación y la tubería de producción, y puede alojar en su interior herramientas de control de flujo como: standing valve, registradores de presión, tapones, entre otros. En la industria del petróleo y gas natural también se le conoce con el nombre de Sliding Sleeve.

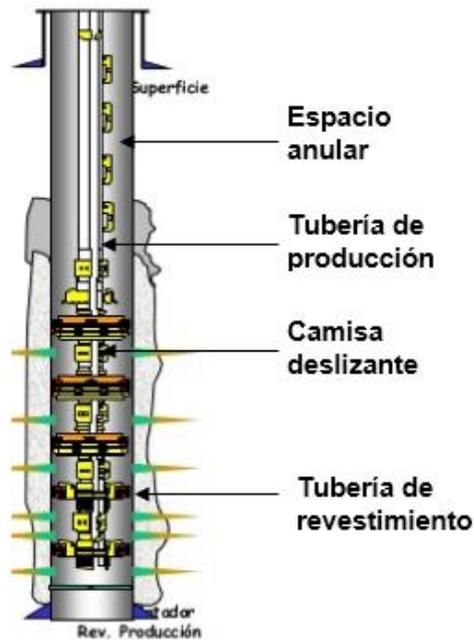


Figura 1. 5. Completación de un pozo petrolero.
(Fuente: Naun Group, 2019)

En el mercado de la industria del petróleo y gas natural existen una variedad de camisas deslizantes y con diferentes aplicaciones, pero su principio de funcionamiento es el mismo los cuales son: (Dayanara, 2019)

1.3.2.2. Tuberías de producción con orificios

- Las camisas son básicamente una tubería corta con un sistema de orificios, que son abiertos por medio de un closing sleeve móvil que se encuentra en su interior, el movimiento del closing sleeve es controlado y operado generalmente con una línea de acero y una serie de herramientas.

1.3.2.3. Sección de sello

- Esta camisa (ver figura 1.4), posee un sistema de sellos compuesta por materiales elastómeros altamente resistentes a los ambientes hostiles.
- Esta camisa (ver figura 1.6), posee un sistema de sellos compuesta de materiales no metálicos, es decir, un anillo difusor termoplástico ubicado entre los puertos de flujo y la unidad superior.

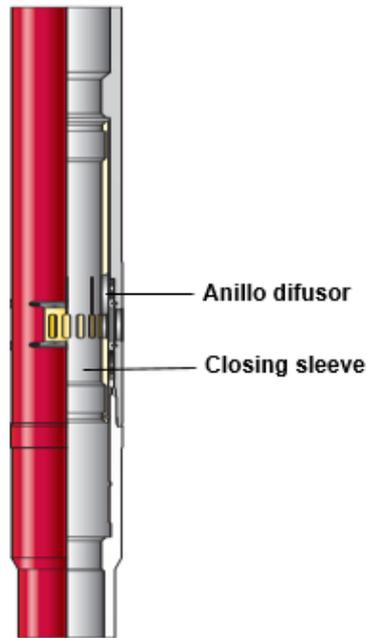


Figura 1. 6. Camisa deslizante de Weatherford
(Fuente: Weatherford, 2011)

1.3.2.4. Método de trabajo

- Apertura y cierre del flujo del fluido mediante el movimiento del closing con el uso de métodos wireline.
- Apertura y cierre del flujo del fluido mediante el uso de una válvula que es recuperable con el uso de métodos wireline.

1.3.2.5. Tubing

El tubing o tubería de producción (ver tabla 1.3), es el conducto principal por donde se inyecta o produce los fluidos en los pozos. Esta línea aloja las herramientas y accesorios usados para explotación de petróleo, y recorre toda la formación desde el inicio (cabezal) hasta el fondo, donde se encuentra el yacimiento de petróleo. El tubing se encuentra disponible en una variedad de diámetros, librajes y grados del material.

Tabla 1. 3. Ejemplo de tubing de mayor uso en la industria petrolera.

Nivel	Etapa o tubería	Diámetro	Libraje	Grado
		cm [in]	kg/m [lb/ft]	
1	Tubing	8,89 [3 ½]	13,7 [9,20]	N- 80/L- 80
2	Tubing	7,30 [2 7/8]	9,7 [6,50]	N- 80/L- 80
3	Tubing	6,03 [2 3/8]	7 [4,70]	N- 80/L- 80

(Fuente: propia)

Para la longitud requerida de la tubería de producción es necesario la unión de varios tubos, dichas uniones son diseñadas con las dimensiones más estrictas y diferentes ángulos en los flancos de las roscas para proporcionar la mejor resistencia mecánica en tensión, compresión y hermeticidad. Básicamente la unión o conexión es constituida por dos o tres elementos principales:

La conexión integral (ver figura 1.7), está compuesta de un extremo roscado externamente (pin) y un extremo roscado internamente (box).

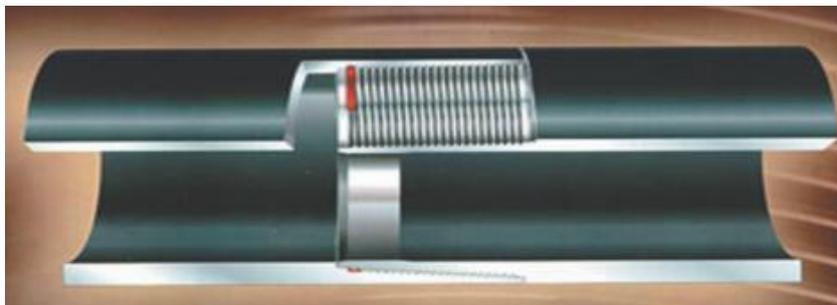


Figura 1. 7. Conexión integral.
(Fuente: Gómez, 2017)

La conexión acoplada (ver figura 1.8), está compuesta por un elemento adicional llamado cople, el cual es un elemento corto de mayor diámetro y sus extremos son roscados internamente (box) y a las tuberías en conexión son roscadas externamente (pin).

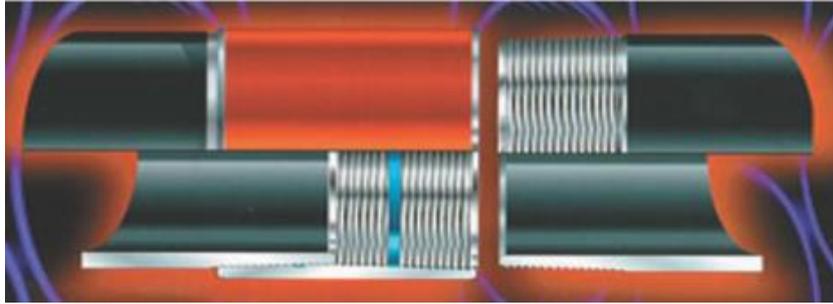


Figura 1. 8. Conexión acoplada.
(Fuente: Gómez, 2017)

1.3.2.6. Pup joint

El pup joint es una tubería de medida corta, generalmente usada para realizar el ajuste de la longitud total requerida de la línea de la tubería de producción o ajustar las herramientas a cierta profundidad deseada, también es usada en la parte superior del pozo para espaciar la línea del tubing del inicio. Este accesorio es del mismo diámetro, libraje, grado y conexión, que el del tubing.



Figura 1. 9. Pup joint de diferentes longitudes.
(Fuente: Vallourec, 2016)

1.3.2.7. No – go nipple

El no – go es un accesorio de completación conectado a la tubería de producción a una determinada profundidad, diseñada interiormente para asentar herramientas de control de flujo de fondo de pozos como: standing valve, registradores de presión, tapones, entre otros elementos.

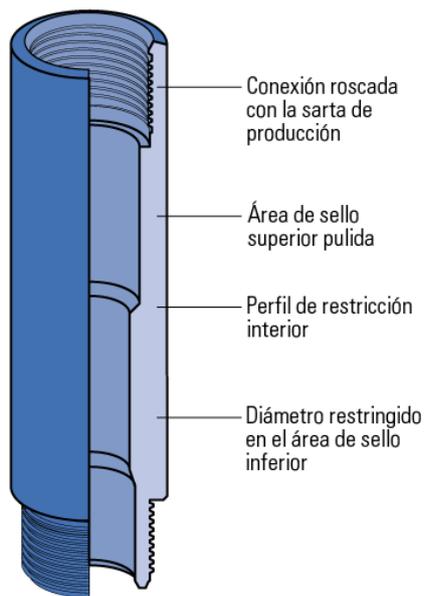


Figura 1. 10. No – go nipple.
(Fuente: Schlumberger, 2015)

1.3.2.8. Standing valve

El standing valve se usa como válvula check, y permite el flujo del fluido en un solo sentido, manteniendo la presión por encima del stalling valve, y así evitar que se regrese el fluido producido en el yacimiento. También es usado para realizar pruebas de presión en la tubería de producción.



Figura 1. 11. Standing valve.
(Fuente: Schlumberger, 2008)

1.3.2.9. On – off Tools

El on – off tools es una herramienta que permite acoplar y desacoplar una sección de la tubería de producción, sin desasentar las empacaduras o comprometer toda la línea y recuperar la tubería por secciones.

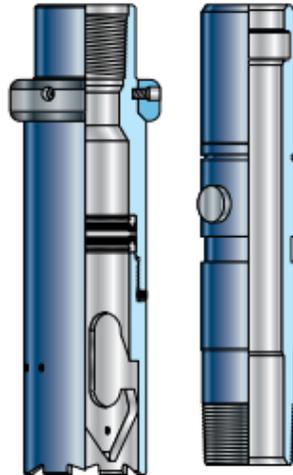


Figura 1. 12. On – off tools.
(Fuente: Schlumberger, 2015)

1.3.2.10. Empacadura

La empacadura o paker es una herramienta que se usa para aislar el espacio anular de la tubería de producción, mediante el uso de un mecanismo de fijación (material elastomérico expansible), contra la tubería de revestimiento para la generación de un sello hidráulico, haciendo posible un proceso controlado de producción, inyección o tratamiento de un pozo.

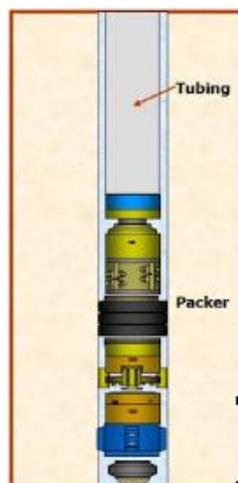


Figura 1. 13. Empacadura o paker.
(Tejada M., 2011)

1.3.2.11. X – Over

EL x – over es una herramienta que se usa para la habilitación de otras herramientas para una determinada operación, ya que mediante esta se puede hacer una combinación de conexiones de diferentes roscas, diámetros de tubería y librajes. Sus conexiones generalmente son: pin – box a diferentes diámetros o roscas, pero también se puede encontrar conexiones pin – pin a diferentes diámetros o roscas.



Figura 1. 14. X – Over.
(Fuente: Valbuena & Saza, 2000)

1.4. Procesos de fabricación de la camisa deslizante

1.4.1. Proceso de manufactura

La determinación de un proceso de manufactura adecuado para la fabricación de un accesorio, permite obtener un producto terminado de calidad y económicamente rentable para su producción e ingresar al mercado con precios competitivos.

Los procesos de manufactura son un conjunto ordenado de actividades programadas y operaciones relacionadas, y con la ayuda de la tecnología permiten la transformación de la materia prima en productos terminados, dándole un valor agregado para su posterior comercialización. En el diagrama (ver figura 1.15), se contempla los elementos de entrada en los procesos de manufactura y sus posteriores elementos de salida con especificaciones requeridas.

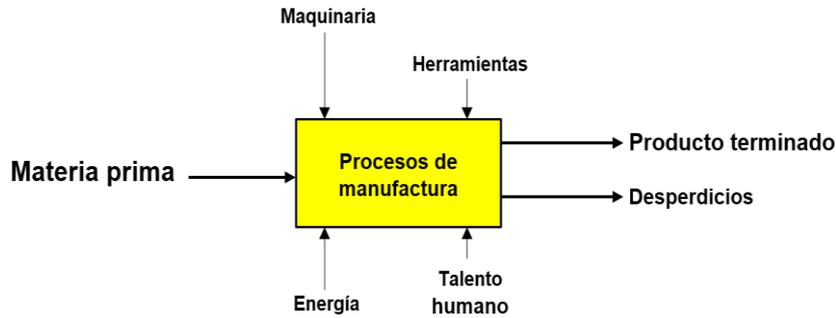


Figura 1. 15. Diagrama del Proceso de Manufactura
(Fuente: Propia)

La camisa deslizante es una herramienta cilíndrica, con un sistema de perforaciones distribuidas uniformemente en la superficie radial y la parte media de su longitud, esta herramienta se encuentra fabricada de acero y los procesos de manufactura adecuados para su fabricación son por arranque de viruta.

1.4.2. Materiales de fabricación de la camisa deslizante

Las condiciones de operación de la camisa deslizante son severas, en las que se contemplan temperaturas elevadas, presencia de fluidos agresivos y otros que comprometen la integridad de los materiales. En consecuencia: se requiere el implemento de materiales de alto desempeño ingenieril que otorguen seguridad a la herramienta.

1.4.2.1. Materiales metálicos

El material metálico con la que se fabrica la camisa deslizante debe ser de propiedades similares al material de la tubería de producción, que mencionada anteriormente es de acero al carbono. Según la ANSI/NACE MR0175, los materiales que se enlistan en la (ver tabla 1.4), han demostrado ser aceptables para ambientes corrosivos y en presencia de H₂S, por ende, ser resistente al agrietamiento por tensión de sulfuro (SSC), y a diferentes temperaturas de trabajo.

Tabla 1. 4. Aceros aceptables para ambientes corrosivos.

Varias temperaturas	Para $\geq 65^\circ$ [C]	Para $\geq 80^\circ$ [C]	Para $\geq 107^\circ$ [C]
L80	N80	N80	Q128
C90	C95	P110	
T95			

(Fuente: API Spec. 5 CT)

Las principales características que se toman en cuenta en los materiales usados para la fabricación de la camisa deslizante se encuentran: composición química (ver tabla 1.5), propiedades mecánicas (ver tabla 1.6).

Tabla 1. 5. Composición química del acero L80.

Elemento	C	Mn	Ni	Cu	Si	P	S
% Máx.	0,43	1,9	0,25	0,35	0,30	0,040	0,040

(Fuente: API Spec. 5 CT)

Tabla 1. 6. Propiedades mecánicas del acero L80.

Propiedad	Valor
Resistencia tensión	Mín.: 655 [Mpa]
Resistencia a la fluencia	Mín.: 551 [Mpa]
Dureza	Máx.: 23 [HRC]
Elongación, A=0,005 [m]	Mín.: 15 %

(Fuente: API Spec. 5 CT)

1.1.3.2. Materiales no metálicos

Los materiales no metálicos que más se usan son los elastómeros y son utilizados en caso de requerir un sello hidráulico. El material elastómero es capaz de recuperar en gran parte sus dimensiones y formas iniciales, una vez deformado por la acción de un esfuerzo pequeño y ser liberado de él. Los materiales más usados por sus principales propiedades se encuentran: nitrilo (NBR), nitrilo hidrogenado (HNBR) (ver tabla 1.7), nitrilo carboxilado (XNBR) y los fluoroelastómeros (Solórzano, 2010).

Tabla 1. 7. Propiedades y características del elastómero HNBR.

Propiedad	SI
Dureza $\pm 5^\circ$ [Shore A]	40 - 90
Carga a la rotura	(160 – 250) [kg/cm ²]
Compresión [%]	35
Elongación [%]	250 - 350
Temperatura	(-20 a 180) °C
Características:	
<ul style="list-style-type: none"> - Buenas propiedades mecánicas y a la abrasión - Buena resistencia química incluido aminas e inhibidores de corrosión 	

Tabla 1.7. (Continua)

<ul style="list-style-type: none">- Aplicación para uso con H₂S, aceite crudo y gases- Buena resistencia a ozono e intemperie- Buena resistencia al impacto Buena adhesión a los metales y tejidos

(Fuente: Propia)

1.1. Organismos internacionales de estandarización y especificación

Desde la antigüedad tanto productores como, consumidores tenían la necesidad de conocer sobre la calidad de un producto y uso correcto de funcionamiento. Desde sus inicios los artesanos conocían sobre esta problemática y comenzaron a planificar las tareas de producción, fabricaban sus herramientas de acuerdo a su necesidad, obtenían sus propias materias primas, fabricaban su producto y verificaban el resultado. No es sino que, hasta mediados del siglo XIX, cuando se inicia la producción en serie, surge la necesidad de utilizar normas y especificaciones para la fabricación de productos, ya sea por la confiabilidad de los productos, tanto de los productores como de los consumidores.

1.1.4. Organización Internacional de Estandarización

La Organización Internacional de Estandarización, (ISO), es una organización sin fines de lucro de carácter no gubernamental fundada el 23 de febrero de 1947. La abreviatura ISO (ver figura 1.16), viene del griego “ISOS”, que quiere decir “IGUAL”. La ISO es una red mundial con sede en Ginebra, tiene una membresía de 164 organismos nacionales de normalización, sobre la base de un miembro por país, y dividida por delegaciones gubernamentales y no gubernamentales subdivididos en una serie de subcomités (ISO, 2019).



Figura 1. 16. Logotipo ISO.
(Fuente: ISO, 2019)

“El objetivo de esta organización es desarrollar estándares internacionales voluntarios, dichos estándares proporcionan requisitos, especificaciones, pautas o características que se puedan usar de manera consistente para garantizar que los materiales, productos, procesos y servicios sean adecuados para su propósito” (ISO, 2019).

1.1.4.1. Clasificación de las normas ISO

La familia de las normas ISO se clasifican en varias series (ver tabla 1.8), que estandarizan por temas variados: (Universidad EAFIT, s/f)

Tabla 1. 8. Familia de las normas ISO

Familia	Descripción
Serie ISO 9000	La ISO 9000, es un conjunto de normas que especifican los requisitos sobre la calidad y gestión de calidad, para asegurar la calidad de los productos, bienes y servicios que oferta una organización.
Serie ISO 14000	La ISO 14000, es un conjunto de normas que especifican los requisitos y lineamientos para la aplicación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), de una organización.
Serie ISO 19000	La serie ISO 19000, es un marco normativo de referencia o directrices necesarias para realizar auditorías internas y externas, sobre el Sistema de la Calidad de una organización, basadas en la norma ISO 9001.
Serie ISO 27000	La ISO/IEC 27000, es un compendio de estándares desarrollados por ISO e IEC (por sus siglas en inglés), que brindan un margo de gestión de la seguridad de la información utilizable por cualquier Organización.
Serie ISO 31000	La serie ISO 31000, es un compendio de principios y directrices sobre la gestión de riesgos para todas organizaciones en los diferentes sectores.

(Fuente: Propia)

1.1.4.2. ISO 9001

La norma ISO 9001, es un estándar internacional adoptado a nivel mundial por todo tipo de empresas pequeñas o grandes. Esta norma se enfoca en la calidad de los productos y

en la capacidad de una organización para realizar el control de los mismos, satisfaciendo los requisitos del cliente mediante la implementación de un método o un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC).

La última edición es norma ISO 9001:2015, contiene rigurosos requerimientos de control de la documentación, permitiendo a las organizaciones tener un apropiado manejo de sus sistemas de documentación. La norma ISO 9001, es compatible con otros sistemas de gestión, cabe mencionar a la norma ISO 14001 encargada de la Gestión Ambiental (Martínez & Montenegro, 2009).

1.1.5. Instituto Americano del Petróleo

El Instituto Americano del Petróleo, conocido comúnmente como API (por sus siglas en inglés), (ver figura 1.17), es la principal organización que representa todas las facetas de la industria del petróleo y gas natural. API es una organización fundada el 20 de marzo de 1919, cuyas oficinas se establecieron en New York, Estados Unidos. Reconocida a nivel mundial, con más de 600 miembros, desde las empresas más grandes hasta las empresas independientes más pequeñas, dedicadas a la explotación y producción, refinación, mercadotecnia, oleoductos y marinas, servicios y suministros.



Figura 1. 17. Logo de API.
(American Petroleum Institute, 2018)

Por la experiencia obtenida en la primera guerra mundial cuando era de vital importancia el suministro de combustible, hubo retrasos en la perforación debido a la escasez de equipos en los sitios de perforación, la industria intentó superar el problema agrupando equipos, pero este programa falló debido a la falta de uniformidad de los tamaños de tubería, brocas y el acoplamiento de las mismas. En el año de 1924, API asumió el desafío de desarrollar estándares para toda la industria de petróleo y gas natural.

La organización está dividida en comités, mismos que están divididos en subcomités compuesto por expertos de la industria que desarrollan las normas. Estos comités se encuentran por áreas específicas de interés. Hasta la actualidad, API mantiene casi 700 estándares y prácticas recomendadas que cubren todos los aspectos de la industria del petróleo y gas natural (American Petroleum Institute, 2018).

1.1.5.1. Información del programa de estándares

El idioma oficial de los estándares API son en inglés, la organización cuenta con el Committee on Measurement Education and Training (COMET), donde uno de sus objetivos es la traducción de los estándares API al español para todos los países miembros de habla hispana. La organización API, actualiza los estándares cada 5 años, crea nuevos estándares y adopta los estándares existentes.

1.1.6. Estándar API Specification Q1

El estándar API Specification Q1, novena edición, se podría decir que es una versión equivalente a la norma ISO 9001.

1.1.6.1. Alcance

“Este estándar establece los requisitos mínimos del Sistema de la Calidad para las organizaciones que fabrican productos o proveen servicios para organizaciones que fabrican productos o proveen servicios para la industria del petróleo y gas natural.

Esta especificación determina los requisitos de un sistema de gestión de calidad para que una organización demuestre su capacidad de forma consistente para proveer productos y procesos relacionados con la fabricación confiable que cumplan con los requisitos del cliente y legales.

Si una organización realiza las actividades contempladas en esta especificación, no se permite la exclusión de dichas actividades. Un requisito puede ser considerado para su exclusión debe ser fundamentado, además, tales exclusiones no pueden afectar la capacidad o responsabilidad de la organización. Las exclusiones están limitadas a las siguientes cláusulas:

- Diseño y desarrollo
 - Servicio post venta
 - Validación de los procesos para producción y servicio post
 - Propiedades suministradas por el cliente
 - Control de equipos de pruebas, medición y seguimiento

Los requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados en esta norma están alineados con los requisitos, cláusulas y formato del documento utilizado para la prestación de servicios y el uso de productos relacionados con el servicio” (API, 2013).

Hasta la fecha de la publicación de estándar API Specification 19 AC, primera edición, la fabricación de accesorios de completación de fondo de pozos, estaba regido de manera general por el estándar API Specification Q1, donde se excluye ciertos requisitos que es de carácter obligatorio en la API Specification 19 AC.

1.1.7. Beneficios de la certificación de estándares internacionales

Una organización al abordar cualquiera de los estándares anteriormente mencionados, puede acceder a un certificado de que el producto, servicio o sistema en cuestión cumple con los requisitos específicos exigidos por cada uno de los estándares. La certificación es emitida por organismos externos e independientes, estos organismos deben obtener una acreditación por parte del Foro Internacional de Acreditación (IAF, por sus siglas en ingles), reconociendo que dichos organismos de certificación operan de acuerdo con las normas internacionales.

“Las normas o estándares mejoran la seguridad de las operaciones de la industria, aseguran la calidad, ayudan a mantener bajos los costos, reducen el desperdicio y minimizan la confusión. Ayudan a acelerar la aceptación, llevan los productos al mercado más rápido y evitan tener que reinventar la rueda cada vez que se fabrica un producto” (American Petroleum Institute, 2018).

Cuando una organización obtiene una certificación, significa que los consumidores pueden confiar en que sus productos, servicios o sistemas son seguros, confiables y de buena calidad (ISO, 2019).

2. METODOLOGÍA

Se ha demostrado en otros estudios que mediante el uso de una documentación adecuada como: procedimientos, registros, instructivos, manuales u otra documentación, se ha logrado la implementación de estándares en una organización ya sea para su administración, fabricación de un producto o prestación de servicios. Razón por la cual el método usado en el desarrollo de este proyecto es el deductivo.

Esta sección es desarrollada con el objetivo de la implementar el estándar API Specification 19 AC a futuro, para la fabricación de la camisa deslizante de la empresa Sertecpet S.A.

2.1. Estándar API Specification 19 AC

El estándar API Specification 19 AC, Primera edición, ha sido formalmente aprobado por la Organización API, y su publicación oficial fue en el mes de septiembre del 2016.

2.1.1.1. Alcance

El estándar internacional proporciona los requisitos y lineamientos que se deben cumplir en la fabricación de accesorios de completación para la industria del petróleo y gas natural. Este estándar proporciona requerimientos a la especificación funcional, especificación técnica, incluido el diseño, verificación y validación del diseño, materiales, documentación y control de datos, requisitos de calidad, rectificación y reparación, transporte y almacenamiento. También cubre el carácter funcional del accesorio como: contención de presión, cargas y otras funcionalidades. Los accesorios y herramientas de completación que estén regidos por otro estándar API, quedan fuera del alcance de este estándar. También el liner/tubing hangers, herramientas de prueba de pozos, dispositivos de control de entrada, estranguladores de fondo controlados en superficie, equipos de levantamiento artificial de fondo de pozo, líneas de control y accesorios, conexiones al conducto del pozo, instalación, la aplicación, y la operación de estos productos y todas las funcionalidades relacionadas con electrónica y fibra óptica también están fuera del alcance de este estándar (API, 2016).

2.1.1.2. Contenido del estándar API Spec. 19 AC

El estándar API Spec. 19 AC, especifica los requisitos y lineamientos para accesorios de completación, su contenido se detalla a continuación:

Introducción

1. Alcance
 2. Normativas de referencia
 3. Vocabulario
 4. Acrónimos y abreviaturas
 5. Especificación funcional
 - 5.1. Generalidades
 - 5.2. Descripción del tipo funcional
 - 5.3. Parámetros del pozo
 - 5.4. Parámetros operacionales
 - 5.5. Compatibilidad medioambiental
 - 5.6. Compatibilidad con equipos de pozo relacionados
 - 5.7. Validación del diseño
 - 5.8. Control de calidad
 6. Especificación técnica
 - 6.1. General
 - 6.2. Características técnicas
 - 6.3. Requerimientos de diseño
 - 6.4. Verificación del diseño
 - 6.5. Validación del diseño
 - 6.6. Cambios del diseño
 - 6.7. Validación de diseño por escalamiento
 7. Requisitos del proveedor / fabricante
 - 7.1. General
 - 7.2. Documentación y control de datos
 - 7.3. Identificación del producto
 - 7.4. Requerimientos de calidad
 8. Reparación y mantenimiento
 9. Envío y almacenamiento
- Anexos
- Bibliografía

2.2. Evaluación de los requisitos del estándar

2.2.1. Requisitos para la fabricación de accesorios de completación según API Specification 19 AC

El estándar proporciona requerimientos tanto para los usuarios/compradores, como para los proveedores/fabricantes, que hayan decidido obtener productos bajo este estándar, y que debe ser de total conocimiento tanto por el área usuaria como por el fabricante.

2.2.1.1. Requisitos para el usuario/comprador

- Descripción funcional o tipo de accesorio
- Parámetros de pozo
- Parámetros operacionales
- Compatibilidad con equipos de pozo relacionados
- Tipo de validación requerida
- Grado de calidad requerido

2.2.1.2. Requisitos para el proveedor/fabricante

- Responsabilidad
- Identificación del producto
- Documentos de diseño
- Control de adquisiciones
- Control de calidad
- Verificación de diseño
- Validación de diseño
- Almacenamiento y conservación de los documentos
- Control de registros de calidad
- Control de los equipos de inspección, medición y comprobación
- Control de servicios proporcionados por proveedores
- Pruebas funcionales
- Servicios al medio externo

Estos requisitos se pueden agrupar en tres grupos:

- Requisitos generales para la aplicación del estándar (responsabilidad directiva, designación de responsabilidades, procedimientos, manual, fichas, disponibilidad de recursos y personal calificado).
- Implementación de registros en puntos clave de la organización (diseño, desarrollo, adquisiciones, investigación, cambios de diseño, etc.), así como las actividades a realizar para el cumplimiento.
- Mecanismos de control de calidad, validación y verificación, registros de calidad, no conformidades, documentos actualizados y revisiones periódicas.

2.3. Antecedentes de la fabricación de la camisa deslizante

2.3.1. La camisa deslizante

La empresa Sertecpet S.A. fabrica la camisa deslizante (ver figura 2.1) de acero al carbono de grado API L80 y para el sello hidráulico se usa el elastómero Nitrilo Hidrogenado (HNBR), estos materiales fueron seleccionados en función de los ambientes hostiles y corrosivos de las formaciones productoras de hidrocarburos.

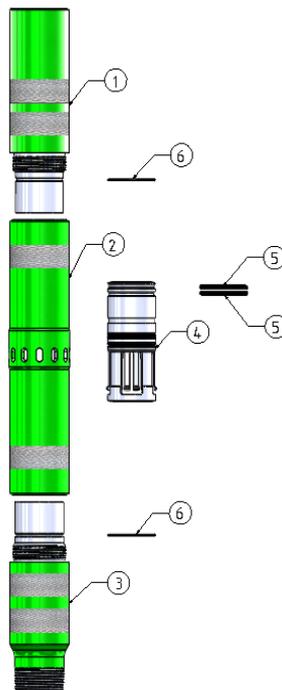


Figura 2. 1. Camisa deslizante.
(Fuente: Propia)

2.3.1.1. Partes de la camisa de deslizante

Se realiza una descripción de las partes (ver tabla 2.1) que ensamblan una camisa deslizante que fabrica la empresa Sertecpet S.A. la identificación de cada una de ellas se realiza con referencia a la figura 2.1.

Tabla 2. 1. Partes de la camisa deslizante de Sertecpet S.A.

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Upper Sub	1
2	Housing	1
3	Lower Sub	1
4	Closing Sleeve	1
5	Sleeve Seal	2
6	O- ring	2

(Fuente: Propia)

2.3.2. Planta de producción CNC

El área de la planta producción cuenta con tecnología de punta en equipos de Control Numérico Computarizado (CNC), software de Diseño Asistido por Computador (CAD, por sus siglas en ingles), Fabricación Asistida por Computadora (CAD – CAM, por sus siglas en ingles), para la fabricación, diseño y desarrollo de accesorios de completación. Razones por las cuales el área es encargada del diseño y desarrollo de la camisa deslizante con grado de validación **V6** y un grado de calidad **Q2**.

2.3.2.1. Organigrama de Planta de Producción

El área de la planta de producción cuenta con un organigrama descriptor de puestos y estructura jerárquica (ver figura 2.2), adecuada para cada uno de sus procesos, en ella se puede apreciar las competencias de cada puesto de trabajo en la planta, niveles de jerarquías entre los trabajadores, y es útil para una buena comunicación, resolución de problemas y de ayuda en la designación de responsabilidades en cada una de las actividades o procesos a realizar para implementación y control del estándar.

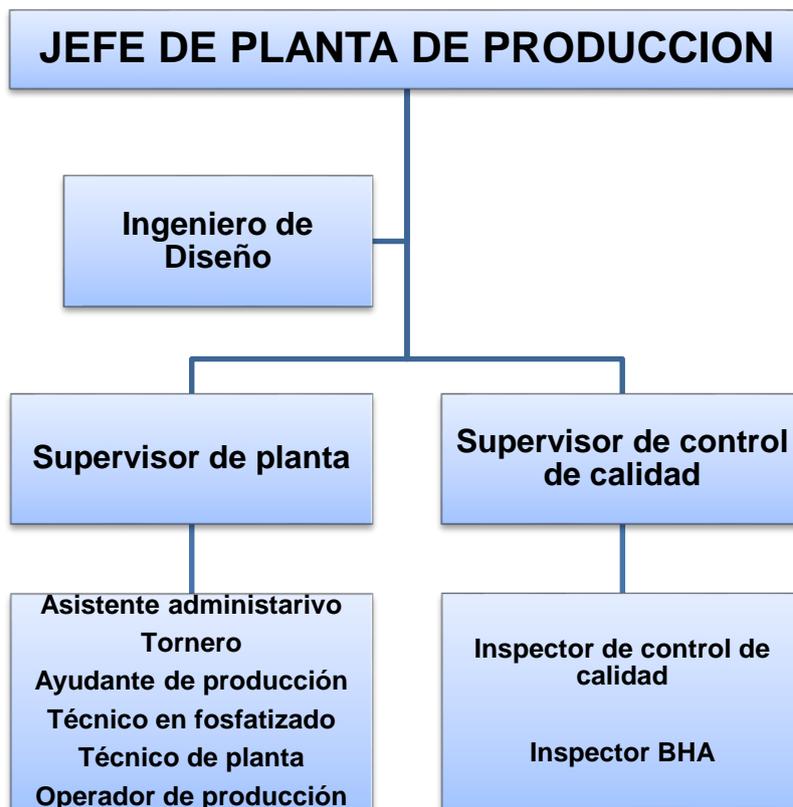


Figura 2. 2. Organigrama estructural del área de Planta de Producción.
(Fuente: Sertecpet, 2018)

2.3.2.2. Control de la documentación

El área de planta de producción cuenta con la licencia API Specification Q1 en su sistema de gestión de la calidad. Lo que permite tener un riguroso control de la documentación para cada una de sus actividades o procesos mediante la Lista Maestra de Documentos (Procedimientos, instructivos y registros de la planta de producción) (ver Anexo I).

El correcto control de la documentación de la empresa Sertecpet S.A., se realiza mediante el Sistema de Gestión de la Calidad, el cual dicta un formato con la información adecuada para su reconocimiento y archivamiento (ver tabla 2.2), a continuación, se describe cada una de sus partes.

2.3.2.2.1. Encabezado

Es el inicio de todas las hojas del documento, representado de la siguiente manera o sin él cuadrículado, pero siempre mantiene su estructura:

Tabla 2. 2. Encabezado de los documentos.

	NOMBRE DEL DOCUMENTO	CÓDIGO: AA.BB.CC.DD.000 REVISIÓN: 00 FECHA: aaaa-m-dd USO XXX
---	-----------------------------	--

(Fuente: Sertecpet, 2018)

- Extremo izquierdo: logotipo y nombre de la empresa.
- Centro: nombre o título del documento en letras mayúsculas, centrado con fuente tipográfica Helvética y tamaño 20.
- Extremo derecho: se describe la información como: datos del código asignado al documento (ver tabla 2.3), y otra información detallada (ver tabla 2.4).

Tabla 2. 3. Datos del código.

Datos	Sigla	Descripción	
CODIGO	AA	EC: Ecuador	PE: Perú
		CO: Colombia	MX: México
		CR: Corporativo	
	BB	GC: Sistema de Gestión de la Calidad	
	CC	CO: Compras	VE: Ventas
		TH: Talento Humano	SSA: Salud y Seguridad
		FI: Finanzas	PP: Planta de Producción
		MA: Mantenimiento	LE: Legal
		CI: Comunicación e Imagen Corporativa	RD: Representante de la Dirección
	DD	MP: Manual de Proceso	PL: Plan
		PR: Procedimiento	XA: Matriz
		IN: Instructivo	MC: Manual de la Calidad
		RE: Registro	API
		Siglas sugeridas para los siguientes documentos	
		MT: Manual Técnico	MD: Memoria de Diseño
	000	Dos o tres dígitos para indicar la secuencia numérica del documento, dentro de un mismo proceso.	

(Fuente: Propia)

Tabla 2. 4. Datos de encabezado.

Datos	Sigla	Descripción		
REVISION	00	Corresponde al número de revisiones y publicaciones aceptadas del documento		
FECHA	aaaa-m-dd	Fecha de cambio y aceptación del documento		
		aaaa: Año:	m: Mes	dd: Día
USO	XXX	Clasificación del documento		
		PUBLICO	INTERNO	CONFIDENCIAL

(Fuente: Propia)

2.3.2.2.2. Hoja de modificaciones

Para el control de cambios del contenido del documento se registra en la hoja de modificaciones (ver tabla 2.5) sobre las revisiones y aceptaciones del documento y su posterior.

Tabla 2. 5. Contenido de la hoja de modificaciones.

No REVISIÓN	TIPO MODIFICACIÓN	REVISADO	APROBADO	FECHA

(Fuente: Sertecpet, 2018)

Nota: No todas las documentaciones contienen este literal.

2.3.2.2.3. Contenido del documento

El contenido es redactado de manera clara, concisa, sin redundancias y sin errores de ortografía. Justificada izquierda con fuente tipográfica Helvética y tamaño 11 y en letras mayúsculas al inicio de un párrafo.

2.3.2.2.4. Pie de página

Es el final y se encuentra en la primera hoja de todo el documento, en esta parte se puede encontrar la siguiente información (ver tabla 2.6):

Tabla 2. 6. Contenido de pie de página.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:	Firma:

(Fuente: Sertecpet, 2018)

- Extremo izquierdo: registra el/los responsables de la elaboración o modificación con su respectiva fecha y firma de responsabilidad.
- Centro: registra el responsable del proceso y que realizo la revisión de la elaboración o modificación con su respectiva fecha y firma de responsabilidad.
- Extremo derecho: registra el responsable (gerente o jefe) de la verificación final del contenido de los documentos.
- Generalmente se encuentra se encuentra en una tabla con fuente tipográfica Helvética y tamaño 12.

Para la implementación del estándar, se es lo menos burocráticos posibles en la creación de una nueva documentación, a menos que sea necesario. Se hace uso de la documentación que ya se encuentra registrada en el Sistema de Gestión de la Calidad de la empresa, evitando así la creación de nuevo papeleo, el cual puede llegar a ser un problema o confundiendo a los involucrados para la implementación. Conforme se desarrolla el escrito se mencionará cada uno de ellos.

2.4. Desarrollo de la metodología de aplicación del estándar

2.4.1. Introducción de la metodología

El estándar internacional API Specification 19 AC, requiere documentar y controlar todos los documentos y datos que demuestren la conformidad con todos los requisitos mínimos especificados por el estándar en la fabricación de la camisa deslizante. Estos documentos pueden ser: procedimientos, registros, matrices, manuales, fichas técnicas u otra documentación adecuada.

En los documentos (ver tabla 2.7), se redactan las actividades o acciones necesarias requeridas, para el cumplimiento de todos los requisitos del estándar.

Tabla 2. 7. Documentación general para el desarrollo de la metodología

Documento	Descripción
Matriz	La matriz es una planilla, con el resumen del proyecto o actividades con relaciones lógicas para llegar a un mismo fin.
Procedimiento	El procedimiento describe un conjunto de actividades u operaciones que se siguen de manera ordenada, para lograr obtener el mismo fin.
Registro	El registro describe un conjunto de datos del accesorio con sus características específicas para el conocimiento de terceros o por un control.
Instructivo	El instructivo es un documento con el objetivo de transmitir el conocimiento, explicar o enseñar un proceso o acción.
Manual	El manual describe un conjunto ordenado de instrucciones que nos permiten comprender el funcionamiento, descripción, partes o corrección de problemas de un accesorio para el comprador.
Ficha técnica	La ficha técnica resume la información del fabricante, las características del accesorio y condiciones de funcionamiento para el comprador.

(Fuente: Propia)

2.4.2. Matriz de planificación y responsabilidad

Una matriz de planificación constituye una pieza fundamental para el desarrollo de la metodología, ya que esta matriz determina las estrategias y actividades a desarrollar para el cumplimiento de los requisitos del estándar.

El estándar está compuesto por nueve literales: los cuatro primeros literales proveen información sobre el contenido del estándar: en la sección cinco se encuentran los requisitos y lineamientos a cumplir, a continuación, se muestra la matriz de planificación y responsabilidad (ver tabla 2.8), en base al grado de validación y calidad determinada por la empresa.

Tabla 2. 8. Matriz de planificación

Literal	Acción / actividad	Área responsable	Áreas involucradas
5. Especificación funcional			
5.1 Generalidades	Elaborar un registro de requerimiento	Diseño de Planta de Producción	Herramientas y servicios Ventas
5.2 Descripción del tipo funcional			
5.3 Parámetros del pozo			
5.4 Parámetros operacionales			
5.5 Compatibilidad medio ambiental			
5.6 Compatibilidad con equipos de pozo relacionados			
5.7 Validación del diseño			
5.8 Control de calidad			
6. Especificación técnica			
6.1 General	Elaborar un plan de diseño	Diseño de planta de producción	Herramientas y servicios
6.2 Características técnicas			
6.3 Requerimientos de diseño	Elaborar planos, memoria de diseño	Diseño de Planta de producción	Compras
6.4 Verificación del diseño	Incluir en la memoria de diseño	Grupo de trabajo	Bodega
6.5 Validación del diseño	Elaborar procedimiento de pruebas a realizar	Diseño de Planta de producción	Herramientas y servicios
6.6 Cambios del diseño	Elaborar un informe de cambios de diseño	Diseño de Planta de producción	Control de Calidad
6.7 Validación de diseño por escalamiento	Elaborar un procedimiento de fabricación	Diseño de Planta de producción	Planta de producción
7. Requisitos del proveedor / fabricante			
7.1 General	Recolectar todos los documentos en una carpeta	Diseño de Planta de producción	Gestión de la calidad
7.2 Documentación y control de datos			
7.3 Identificación del producto	Elaborar un procedimiento	Diseño de Planta de producción	Planta de Producción
7.4 Requerimientos de calidad	Elaborar registros	Diseño de Planta de producción	Control de Calidad de PP
8. Reparación y mantenimiento			
8.1 General	Elaborar un procedimiento de reparación	Diseño de Planta de producción	Herramientas y Servicios
9. Transporte y almacenamiento			
9.1 General	Elaborar una ficha técnica y un manual de operación	Diseño de Planta de producción	Bodega

(Fuente: Propia)

Todas las actividades o procesos a realizar, para la implementación del estándar API Specification 19 AC, en la fabricación de la camisa deslizante y demostrar la conformidad de los requisitos del estándar, nacen desde un departamento, grupo de trabajo, que es encargado de estudiar el estándar y determinar todas las necesidades o documentos requeridos y transmitir la información necesaria para cada uno de los departamentos o áreas vinculadas de una organización para iniciar la implementación del estándar.

2.4.3. Desarrollo de la metodología de acuerdo a API Spec. 19 AC

Organizando la información suministrada, el estándar se puede dividir en siete fases. Las fases de desarrollo se dividen en:

Tabla 2. 9. Fases de la implementación y documentación requerida.

Actividad	Documentación
<pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> 1[1. Diseño y desarrollo] 1 --> 2{2. Revisión} 2 --> 1 2 --> 3[3. Control de calidad] 3 --> 4{4. Revisión} 4 --> 3 4 --> 5[5. Servicios] 5 --> 6{6. Verificación final} 6 --> 5 6 --> 7[7. Aprobación] 7 --> Fin([Fin]) </pre>	<p>1.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Registro de requerimientos de accesorios de Completación. - Plan de diseño. - Planos. - Memoria de diseño. - Procedimiento para pruebas de validación.
	<p>2.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ayuda del Software CAD, historial operativo.
	<p>3.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hoja de procesos para conformidad de producto Manufacturado.
	<p>4.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ayuda de la hoja de procesos para conformidad.
	<p>5.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Manual de operación. - Ficha técnica. - Registro de pedido materia prima para API Spec 19 AC. - Registro de pedido de materiales no metálicos para API Spec. 19 AC.
	<p>6.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificación de toda la documentación.
	<p>7.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Minutas de reunión.

(Fuente: Propia)

Conocidos los requisitos del estándar y las fases del mismo, se realiza una revisión de la Lista Maestra de Documentación del área de Planta de Producción y conocer si los requisitos del estándar se encuentran incluidos en los documentos existentes para cada una de las actividades o procesos de la planta. Concluida la revisión se determina que varios requisitos se encuentran incluidos en los documentos que se puede ver en el Anexo II.

2.4.4. Fase de diseño y desarrollo

En la documentación se incluye todos los requisitos requeridos por el estándar para la conformidad de los mismos con respecto al diseño y desarrollo de la camisa deslizante.

2.4.4.1. Documento de guía para el desarrollo del registro de requerimientos

Este documento de entrada, es el más importante para el proceso de la implementación, ya que da inicio a una serie de actividades o acciones a desarrollar por una organización para la fabricación de la camisa deslizante.

Se toma en cuenta la capacidad de la organización para realizar el requerimiento, al ser un documento de entrada, todas y cada una de las especificaciones que se encuentren en este documento debe poseer su respectiva salida o documento de salida.

Con la ayuda de técnicos especializados de las áreas de operaciones, herramientas y servicios de la empresa, se realiza una la lectura de todas las especificaciones propuestas por el estándar, para realizar una elección a todas las especificaciones correspondientes solo para la camisa deslizante y otra información pertinente (ej. Responsable, fecha, contacto, ...etc.), requeridos para el inicio del diseño y desarrollo. Este documento guía de registro de requerimientos se puede ver en el Anexo III, en los que se hace hincapié los requerimientos a cumplir.

2.4.4.2. Documento guía para el desarrollo del plan de diseño

El plan de diseño permite definir todas y cada una de las actividades a realizar para el desarrollo del diseño de la camisa deslizante, se estima un determinado tiempo de

ejecución para cada una de las actividades. También contiene la metodología a usar para el control de la revisión, verificación y cambios de diseño.

Después de realizar el estudio pertinente se estructura las actividades necesarias para el desarrollo del diseño, se elabora un formato de plan de diseño. Este documento guía de plan de diseño se puede ver en el Anexo IV, en los que se hace hincapié los requerimientos a cumplir.

2.4.4.3. Documento guía para el desarrollo de los planos

El plano permite divisar la geometría, medidas, tolerancias, acabados y otras características del accesorio en dos dimensiones. La geometría y medidas representadas en los planos son esencialmente las mismas que aquellos del mismo tamaño, tipo y modelo del accesorio que va a ser validado. Además, contiene otra información pertinente (ej. Nombre accesorio, fecha, código asignado, ... etc.). Para realizar los planos se puede hacer uso de un software CAD.

Existe una variedad de formatos que cada organización diseña para la presentación de planos, y poder tener el control de documentos. Este documento guía de plano se puede ver en el Anexo V, en los que se hace hincapié los requerimientos a cumplir.

2.4.4.4. Documento guía para el desarrollo de la memoria de diseño

El documento de memoria de diseño necesita ser controlado, debido a que es el eje central de la implementación, en donde se plasman las características principales de la camisa deslizante. De inicio se incluyen las especificaciones solicitadas por el comprador, suposiciones, métodos de análisis o historial operativo necesario para el análisis estructural del accesorio.

Mediante una comparación de las especificaciones de entrada respecto a las especificaciones de salida, se verifica y se acepta el diseño del accesorio. Los resultados de la verificación deben ser aprobados por una persona calificada. Una guía de este documento se puede ver en el Anexo VI, en los que se hace hincapié los requerimientos a cumplir.

2.4.4.5. Documento guía para el desarrollo de pruebas de validación

El estándar especifica siete grados de validación que van desde V6 es el grado mínimo suministrado por un proveedor hasta el V0 que es el grado máximo. Las pruebas que debe cumplir el accesorio (ver tabla 2.10), para el grado de validación V6 elegido por la empresa:

Tabla 2. 10. Pruebas a realizar a la camisa deslizante.

Grado de validación	Validación de presión	Validación de apertura/cierre
V6	Definido por el fabricante	Definido por el fabricante

(Fuente: API, 2016)

Las pruebas se realizan en serie, es decir, sin reparar los componentes críticos, como los sellos. Se acepta la reparación o el ajuste de componentes no validados, como accesorios o conexiones. Un documento guía se puede ver en el Anexo VII, donde se hace hincapié en los requisitos a cumplir.

2.4.5. Fase de Control de calidad

El estándar define tres grados de calidad que van desde Q3 es el grado mínimo suministrado por un proveedor, hasta el grado Q1, que es el grado máximo de calidad. Para el grado de calidad Q2, se requieren de una documentación (ver tabla 2.11)

Tabla 2. 11. Resumen de los requisitos para el grado de calidad.

Ítem	Q2
Material metálico	Informe de pruebas de materiales (MTR).
Material no metálico	Certificado de cumplimiento (COC).
Tratamiento térmico	Certificado de cumplimiento (COC).
Trazabilidad de los componentes	Orden de producción, Pautas de inspección.
Dimensiones de los componentes	Mediciones al 100%.
Prueba de dureza	Medición de dureza por plan de muestreo.
END de componentes	END superficial al 100%.
Verificación del ensamble	Prueba de presión interna.
Trazabilidad del ensamble	Liberación de productos.
Documentación QA/QC	Retenido por la empresa.

(Fuente: Propia)

Un certificado de cumplimiento (COC), es un documento con el cual un proveedor certifica que el material cumple con las especificaciones requeridas por el fabricante.

Un informe de pruebas de materiales (MTR), es un documento con el cual el fabricante verifica mediante pruebas pertinentes, que el material cumple con las especificaciones solicitadas.

2.4.5.1. Documento guía para la matriz de procesos para la conformidad de producto manufacturado

Para el cumplimiento de cada uno de los requisitos, se requiere de una variedad de documentos, para poder comunicar y controlar todas las especificaciones requeridas, para la conformidad en la fabricación de la camisa deslizante con el estándar.

Aquí se detalla todas las actividades o procesos requeridos para la fabricación, desde el requerimiento del cliente hasta la entrega del producto para el almacenamiento o venta de la camisa deslizante. Un documento guía de la matriz se puede ver en el Anexo VIII.

2.4.6. Fase de Servicios

En la documentación se encuentra información resumida de las características principales de la camisa deslizante, así como posibles chequeos antes de montar en la tubería de revestimiento.

2.4.6.1. Documento guía para el desarrollo del manual de operación

El manual describe un conjunto ordenado de instrucciones que nos permiten comprender el funcionamiento, descripción, partes o corrección de problemas de un accesorio para el comprador. Un documento guía de manual de operación se puede ver en el Anexo IX, en el que se hace hincapié los requisitos a cumplir.

2.4.6.2. Documento guía para el desarrollo de la ficha técnica

La ficha técnica resume la información del fabricante, las características del accesorio y condiciones de funcionamiento para el comprador. Un documento guía de una ficha

técnica se puede ver en el Anexo X, en la que se hace hincapié en los requisitos a cumplir.

2.4.6.3. Documento guía para el registro de requerimientos de materiales metálicos

Para cumplir con los requisitos del estándar con respecto a los materiales metálicos se realiza un documento para el conocimiento de todos los involucrados en la implementación.

Por la complejidad de los requisitos expuestos por el estándar es necesario contar con proveedores de confianza y afines a la industria del petróleo y gas natural. Un documento guía de requerimiento se puede ver en el Anexo XI, en el que se hace hincapié de los requisitos a cumplir.

2.4.6.4. Documento guía para el desarrollo del registro de requerimientos de materiales no metálicos

Para cumplir con los requisitos del estándar con respecto a los materiales no metálicos se realiza un documento para el conocimiento de todos los involucrados en la implementación. El material no metálico que se usa es el elastómero, por cuanto se debe tener cuidado en el almacenamiento del mismo. Un documento guía de requerimiento de materiales no metálicos se puede ver en el Anexo XII.

2.5. Procedimiento de fabricación de la camisa deslizante

Este documento es un conjunto ordenado donde se plasma cada una de las actividades y procesos. Permite llamar a los documentos necesarios para realizar cada una de las actividades y cumplir con los requisitos del estándar. También sirve de guía de aprendizaje para todo el personal involucrado en la fabricación de la camisa deslizante, ya que en este se plasman las responsabilidades de cada una de las actividades como de las operaciones. Un documento guía de procedimiento se puede ver el Anexo XIII.

3. RESULTADOS Y VALIDACIÓN

Concluida la revisión, y realizada la base documental necesaria para demostrar la conformidad de los requisitos del estándar con la fabricación de la camisa deslizante se realiza una evaluación previa, misma que garantiza la validez de la metodología. La evaluación es una auditoría de los documentos y procesos de producción afines a la camisa deslizante corroborando el cumplimiento o incumplimiento de los requisitos, y mediante una ponderación de cada requisito se obtiene un valor numérico y un porcentaje de cumplimiento de los requisitos. Posteriormente se propone las acciones correctivas necesarias. Finalmente se analiza el resultado de tal manera de obtener una expectativa de cumplimiento de los requisitos y corroborar la metodología aplicada. Los resultados se presentan a las autoridades del área de la planta de producción para su aprobación y la aplicación de la misma en la fabricación de la camisa deslizante.

3.1. Resultados de la evaluación de requisitos cumplidos

3.1.1. Ponderación para la evaluación de los resultados

Para la verificación del cumplimiento de los requisitos necesarios para demostrar la conformidad con el estándar API en la fabricación de la camisa deslizante, se toma en cuenta la recomendación del estándar API, donde especifica los énfasis en cada uno de los requisitos cuando se denote las siguientes palabras y la ponderación de 0, 1, 2, 4, con su respectiva justificación (ver tabla 3.1).

Tabla 3. 1. Ponderado de los requisitos del estándar.

Énfasis	Ponderado	Razón
Deberá (shall, en inglés)	4	Denota un requisito mínimo que se debe cumplir para demostrar la conformidad de la especificación.
Debería (should, en inglés)	2	Denota un requisito recomendado y no se debe cumplir para demostrar la conformidad de la especificación.
Posible (may, en inglés)	1	Denota una acción permisible y que esta se encuentre dentro de los límites de la especificación.
Puede (can, en inglés)	1	Denota una acción de posibilidad o capacidad para cumplir con el requisito.
Definición (definition, en inglés)	0	Definición general o preámbulo de un requisito.

(Fuente: Propia)

En base a este criterio se realiza una evaluación de los requisitos obligatorios, recomendados, permitidos y posibles (ver tabla 3.2), y que son aplicables en la fabricación de la camisa deslizante, el ponderado se realiza en general a los índices y también se aplican a sus subíndices con el mismo ponderado.

Tabla 3. 2. Evaluación de los requisitos de la especificación.

Literal	Énfasis	Ponderado	Descripción
5. Especificación funcional			
5.1 General	Deberá (shall)	4	Obligatorio
5.2 Descripción del tipo funcional	Deberá (shall)	4	Obligatorio
5.3 Parámetros del pozo	Deberá (shall)	4	Obligatorio
5.4 Parámetros operacionales	Deberá (shall)	4	Obligatorio
5.5 Compatibilidad medio ambiental	Debería (should)	2	Recomendado
5.6 Compatibilidad con equipos de pozo relacionados	Deberá (shall)	4	Obligatorio
5.7 Validación del diseño	Deberá (shall)	4	Obligatorio
5.8 Control de calidad	Deberá (shall)	4	Obligatorio
6. Especificación técnica			
6.1 General	Deberá (shall)	4	Obligatorio
6.2 Características técnicas	Deberá (shall)	4	Obligatorio
6.3 Requerimientos de diseño	Deberá (shall)	4	Obligatorio
6.4 Verificación del diseño	Deberá (shall)	4	Obligatorio
6.5 Validación del diseño	Deberá (shall)	4	Obligatorio
6.6 Cambios del diseño	Deberá (shall)	4	Obligatorio
6.7 Validación de diseño por escalamiento	Posible (may)	1	Permitido
7. Requisitos del proveedor / fabricante			
7.1 General	N/A	0	Definición
7.2 Documentación y control de datos	Deberá (shall)	4	Obligatorio
7.3 Identificación del producto	Deberá (shall)	4	Obligatorio
7.4 Requerimientos de calidad	Deberá (shall)	4	Obligatorio
8. Reparación y mantenimiento			
8.1 General	Deberá (shall)	4	Obligatorio
9. Transporte y almacenamiento			
9.1 General	Deberá (shall)	4	Obligatorio

(Fuente: Propia)

3.1.2. Auditoría interna de API Specification 19 AC

Para poder evaluar el trabajo realizado, la empresa Sertecpet S.A., solicitó una auditoría a la empresa Gestión 360 S.A., domiciliada en la República Argentina que ofrece servicios calificados de Auditorías a las Organizaciones de acuerdo a las siguientes normas: (Gestion 360, S.A., 2011)

- Sistema de Gestión de la Calidad (ISO 9001)
- Sistema de Gestión Ambiental (ISO 14001)
- Sistema de Gestión de Salud y Seguridad (ISO 45001)
- Requisitos de un Sistema de Gestión de Calidad para Fabricación de Productos en la Industria del Petróleo y el Gas (API Spec. Q1)
- Requisitos de Sistema de Gestión de Calidad para Servicios en la Industria del Petróleo y el Gas (API Spec. Q2)
- Requisitos para Laboratorios de Ensayo y Calibración (ISO 17025)

3.1.2.1. Informe de la Auditoría

El informe de la auditoría interna emitida por la empresa Gestión 360 S.A., es parte del inicio para la aplicación del estándar y está compuesta de treinta y dos páginas, en donde se encuentra la información de presentación (ver tabla 3.3), los resultados de conformidad o no conformidad de los requisitos con el estándar API y las debilidades y fortalezas que tiene la empresa para el proceso de certificación del estándar API. Con la documentación realizada en este trabajo de titulación se pretende demostrar la conformidad de los requisitos en la fabricación de la camisa deslizante en la auditoría futura por parte de la organización API y emitir un número de licencia para su reconocimiento como un producto bajo licencia API. Por razones de confidencialidad de los productos de la empresa, se adjunta solo las partes del informe donde se demuestra una no conformidad de los requisitos (ver Anexo XIV).

Tabla 3. 3. Información general de auditoría.

Tipo de auditoría:	Interna
Cliente:	Sertecpet S.A.
Alcance:	Accesorios de completación
Criterios de auditoría:	Requisitos de la Norma API Spec. 19 AC, Primera Edición
Fechas:	10 y 11 de marzo de 2019

Tabla 3. 3. Información general de auditoría (continua).

Auditor:	Sr. Fernando Toyos
Localidades auditadas:	Planta de Producción de Sertecpet S.A., Ciudad del Coca km 6,5 vía a Lago Agrio, Francisco de Orellana, Ecuador
Personal auditado por áreas:	Diseño, Producción, Calidad, Bodega-Almacenes, Ensamble
Firmas de responsabilidad:	Auditor y Cliente

(Fuente: Propia)

3.2. Verificación de los requisitos del estándar

Para la verificación se divide en cuatro fases como: requisitos de la especificación funcional (ver tabla 3.4), requisitos de la especificación técnica (ver tabla 3.5), requisitos de control de calidad (ver tabla 3.6), servicios de internos y externos (ver tabla 3.7), donde se analiza el cumplimiento de los requisitos.

Tabla 3. 4. Análisis de los requisitos de las especificaciones funcionales.

Ítem	Requisito	Cumple		Acción correctiva
		Si	No	
1	5.1. General	X		N/A
2	5.2. Descripción del tipo funcional	X		N/A
3	5.3. Parámetros de pozo		X	Aumentar ítem para obtener información sobre la configuración de la tubería de producción.
4	5.4. Parámetros operacionales		X	Aumentar ítem para obtener información sobre el número de veces de apertura y cierre.
5	5.5. Compatibilidad ambiental	X		N/A
6	5.6. Compatibilidad con otros equipos de pozo	X		N/A
7	5.7. Validación de diseño	X		N/A
8	5.8. Control de calidad	X		N/A

(Fuente: Propia)

Tabla 3. 5. Análisis de los requisitos de las especificaciones técnicas.

Ítem	Requisito	Cumple		Acción correctiva
		Si	No	
1	6.1. General	X		N/A
2	6.2. Características técnicas		X	Incluir el desempeño de la camisa deslizante a los clientes
3	6.3. Requisitos de diseño 6.3.1. General	X		N/A
4	6.3.2. Documentación de diseño	X		N/A
5	6.3.3. Requisitos de diseño		X	Incluir los requisitos de manipulación, almacenamiento y etiquetado de los materiales no metálicos

Tabla 3.5. Análisis de los requisitos de las especificaciones técnicas (continua).

Ítem	Requisito	Cumple		Acción correctiva
		Si	No	
12	6.5.3. Requisitos de la prueba de validación	X		N/A
6	6.3.4. Calificación de desempeño	X		N/A
7	6.4. Verificación del diseño 6.4.1. General		X	incluir los requisitos de entrada (validación de diseño, grado de calidad) deben tener su respectiva salida
8	6.4.2. Supuestos de diseño	X		N/A
9	6.4.3. Cálculos de diseño	X		N/A
10	6.5. Validación de diseño 6.5.1. General	X		N/A
11	6.5.2. Validación por cálculos de diseño	X		N/A
12	6.5.3. Requisitos de la prueba de validación	X		N/A
13	6.6. Cambios de diseño	X		N/A
14	6.7. Validación de la escala de diseño	X		N/A

(Fuente: Propia)

Tabla 3. 6. Análisis de los requisitos del control de calidad.

Ítem	Requisito	Cumple		Acción correctiva
		Si	No	
1	7.1. General	X		N/A
2	7.2. Documentación y control de datos 7.2.1. General		X	Incluir el valor nominal del torque requerido para el ensamble de la camisa
3	7.2.2. Manual de operación	X		N/A
4	7.2.3. Ficha técnica		X	Incluir modelo de la herramienta que sirve para abrir o cerrar la camisa deslizante
5	7.3. Identificación del producto	X		N/A
6	7.4. Requisitos de calidad 7.4.1. General	X		N/A
7	7.4.2. Material	X		N/A
8	7.4.3. Fundición			N/A
9	7.4.4. Tratamiento térmico		X	Incluir los requisitos para la calibración de los hornos y de los instrumentos para el tratamiento térmico
10	7.4.5. Trazabilidad de componentes	X		N/A
11	7.4.6. Inspección dimensional de componentes	X		N/A
12	7.4.7. Soldadura			N/A
13	7.4.8. Inspección de dureza de los componentes	X		N/A
14	7.4.9. END de componentes/soldaduras	X		N/A

Tabla 3. 6. Análisis de los requisitos del control de calidad (continua).

Ítem	Requisito	Cumple		Acción correctiva
		Si	No	
15	7.4.10. Verificación de dispositivos de corte			N/A
16	7.4.11. Verificación del ensamble	X		N/A
17	7.4.12. Trazabilidad del ensamble	X		N/A
18	7.4.13. Producto no conforme	X		N/A
19	7.4.14. Sistema de calibración	X		N/A
20	7.4.15. Calificación del personal	X		N/A

(Fuente: Propio)

Tabla 3. 7. Resumen de los requisitos de servicios interno y externos.

Ítem	Requisito	Cumple		Acción correctiva
		Si	No	
1	8. Reparación y mantenimiento	X		N/A
2	9. Transporte y almacenamiento	X		N/A

(Fuente: Propio)

3.2.1. Resultado de la verificación de requisitos

Aplicando las ponderaciones 0, 1, 2, 4, a cada uno de los requisitos se puede obtener valores numéricos, tanto para los requisitos que se cumple como los que no se cumple, para sumar cada una de las columnas y encontrar el subtotal. Para calcular el porcentaje de cumplimiento/no cumplimiento de los requisitos se divide el subtotal de las columnas respectivas para la sumatoria total de las dos columnas y se multiplica por el 100 %. Se obtiene el valor porcentual de cumplimiento/no cumplimiento de los requisitos de cada una de las etapas divididas para la verificación (ver las tablas 3.8, 3.9, 3.10, 3.11).

Tabla 3. 8. Verificación de los requisitos de las especificaciones funcionales.

Ítem	Requisito	Cumple	
		Si	No
1	5.1. General	4	
2	5.2. Descripción del tipo funcional	4	
3	5.3. Parámetros de pozo		4
4	5.4. Parámetros operacionales		4
5	5.5. Compatibilidad ambiental	2	
6	5.6. Compatibilidad con otros equipos de pozo	4	
7	5.7. Validación de diseño	4	

Tabla 3. 8. Verificación de los requisitos de las especificaciones funcionales (continua).

Ítem	Requisito	Cumple	
		Si	No
8	5.8. Control de calidad	4	
Subtotal =		22	8
Total =		22/30	8/30
% Total =		73	27

(Fuente: Propia)

Tabla 3. 9. Verificación de los requisitos de las especificaciones técnicas.

Ítem	Requisito	Cumple	
		Si	No
1	6.1. General	4	
2	6.2. Características técnicas		4
3	6.3. Requisitos de diseño 6.3.1. General	4	
4	6.3.2. Documentación de diseño	4	
5	6.3.3. Requisitos de diseño		4
6	6.3.4. Calificación de desempeño	4	
7	6.4. Verificación del diseño 6.4.1. General		4
8	6.4.2. Supuestos de diseño	4	
9	6.4.3. Cálculos de diseño	4	
10	6.5. Validación de diseño 6.5.1. General	4	
11	6.5.2. Validación por cálculos de diseño	4	
12	6.5.3. Requisitos de la prueba de validación	4	
13	6.6. Cambios de diseño	4	
14	6.7. Validación de la escala de diseño	1	
Subtotal =		41	12
Total =		41/53	12/53
% Total =		77	23

(Fuente: Propia)

Tabla 3. 10. Verificación de los requisitos del control de calidad.

Ítem	Requisito	Cumple	
		Si	No
1	7.1. General	0	
2	7.2. Documentación y control de datos 7.2.1. General		4
3	7.2.2. Manual de operación	4	
4	7.2.3. Ficha técnica		4
5	7.3. Identificación del producto	4	

Tabla 3. 10. Verificación de los requisitos del control de calidad (continua).

Ítem	Requisito	Cumple	
		Si	No
6	7.4. Requisitos de calidad 7.4.1. General	4	
7	7.4.2. Material	4	
8	7.4.4. Tratamiento térmico		4
9	7.4.5. Trazabilidad de componentes	4	
10	7.4.6. Inspección dimensional de componentes	4	
11	7.4.8. Inspección de dureza de los componentes	4	
12	7.4.9. END de componentes/soldaduras	4	
13	7.4.11. Verificación del ensamble	4	
13	7.4.11. Verificación del ensamble	4	
14	7.4.12. Trazabilidad del ensamble	4	
15	7.4.13. Producto no conforme	4	
16	7.4.14. Sistema de calibración	4	
17	7.4.15. Calificación del personal	4	
Subtotal =		52	12
Total =		52/64	12/64
% Total =		81	19

(Fuente: Propia)

Tabla 3. 11. Verificación de los requisitos de servicios internos y externos.

Ítem	Requisito	Cumple	
		Si	No
1	8. Reparación y mantenimiento	4	
2	9. Transporte y almacenamiento	4	
Subtotal =		8	0
Total =		8/8	0/8
% Total =		100	0

(Fuente: Propia)

3.2.2. Resultado porcentual de la verificación de los requisitos

Para conocer la verificación general de que todos los requisitos del estándar se encuentren en la documentación, se realiza una tabla general del porcentaje de cada una de las fases (ver tabla 3.12), en la que se suma los valores porcentuales de cada una de las fases y se divide el total para 4.

Tabla 3. 12. Verificación general final de los requisitos del estándar.

Ítem	Requisito	Cumple	
		Si	No
1	Especificación funcional	73 %	27 %
2	Especificación técnica	77 %	23 %
3	Especificación de control de calidad	81 %	19 %
4	Especificación de servicios internos y externos	100 %	0 %
% Total =		83 %	17 %

(Fuente: Propia)

Para un mejor entendimiento del resultado porcentual de la verificación de requisitos se realiza un gráfico (ver figura 3.1.), donde se divisa de mejor manera las proporciones correspondientes del cumplimiento y no cumplimiento de los requisitos requeridos por el estándar API y estos se encuentran en la documentación preparada.



Figura 3. 1. Porcentaje de cumplimiento de requisitos exigidos por API Spec. 19 AC.

(Fuente: Propia)

3.2. Análisis del resultado de la verificación de requisitos

Para comprobar que la metodología alcanza su objetivo y obtener una certificación API, se debe cumplir con todos y cada uno de los requisitos mínimos que exige dicho estándar. En el caso del no cumplimiento de uno de ellos se levanta las llamadas “no conformidades”, las cuales pueden ser: no conformidades mayores (cuando no se encuentra el requisito en la documentación) y las no conformidades menores (cuando el requisito se encuentra en la documentación, pero no está cubierto en su totalidad).

Concluida la verificación del cumplimiento de los requisitos se obtiene, que, con la documentación preparada se cumple con un 83% de los requerimientos exigidos por el estándar, dando una buena expectativa al momento de realizar la implementación del

estándar API Specification 19 AC, en los procesos de fabricación de la camisa deslizante de la empresa Sertecpet S.A.

En la auditoría realizada se encontraron no conformidades menores, ya que se encuentran todos los requisitos, pero no cubre en su totalidad, esto fue debido a la mala interpretación de los requisitos o por una mala traducción del inglés al español. Entre los principales faltantes se tiene: falta de documentos y características de entrada y salida de la camisa deslizante.

Es recomendable indagar en la documentación preparada para proceder a realizar las respectivas correcciones para cambiar o implementar los requisitos faltantes en la documentación adecuada.

3.3. Metodología para la implementación del estándar

Concluido el análisis y su posterior verificación del cumplimiento de los requisitos para demostrar la conformidad de la fabricación de la camisa deslizante bajo el estándar, queda realizar la metodología de implementación (ver tabla 3.13).

Tabla 3. 13. Metodología para la implementación.

Fase	Actividades
Preparación	<ul style="list-style-type: none"> - Lectura del estándar API Specification 19 AC. - Evaluación de los requisitos del estándar. - Buscar información con temas de implementación.
Antecedentes	<ul style="list-style-type: none"> - Información de la camisa deslizante. - Conformación de la estructura organizativa de verificación. - Reconocimiento de la documentación
Equipo de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación y responsabilidad. - Información a los responsables sobre las fases y requerimientos del proyecto. - Necesidades para poner en marcha.
Preparación técnica	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de la documentación previa. - Diseño del plan del proyecto. - Elaboración de las entradas del proyecto.

Tabla 3. 13. Metodología para la implementación (continua).

Fase	Actividades
	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboración de las salidas del proyecto. - Elaboración de la documentación necesaria.
Preparación del control de calidad	<ul style="list-style-type: none"> - Definición del alcance y exclusiones. - Revisión de los procesos. - Elaboración de la documentación necesaria.
Preparación de servicios	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboración del manual de operación, ficha técnica y procedimiento de reparación.
Revisión del diseño	<ul style="list-style-type: none"> - Documental. - Revisión de procedimientos, registros, instructivos. - Verificación final y aprobación de la documentación.

(Fuente: Propia)

3.3.1. Proceso para la implementación

Pasos para seguir la implementación del estándar API Specification 19 AC.

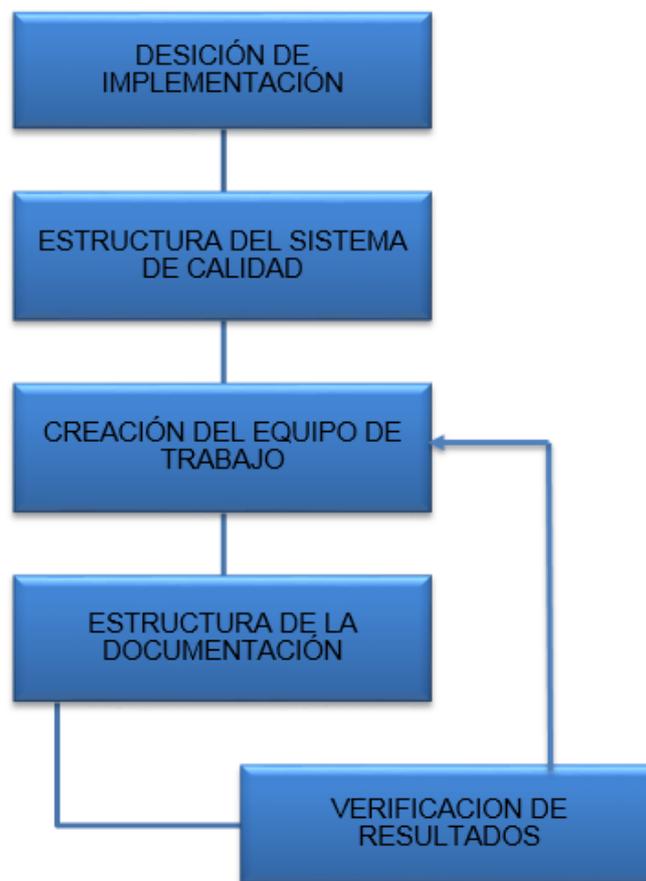


Figura 3. 2. Proceso de implementación.
(Fuente: Propia)

3.3.2. Proceso para certificarse

El proceso para certificarse es variado, depende de la organización y del tipo de alcance a requerir, de forma general se puede decir:

1. Realizar una cotización para la certificación de una licencia API.
2. Crear una cuenta de contacto en: <https://my.api.org/Account/Login>
3. Realizar una solicitud de certificación en línea.
4. Mantener contacto de seguimiento de preguntas sobre la organización de parte de API.
5. Aceptada la solicitud y previo al pago para la certificación se programa la auditoría en el sitio.
6. Recibe el plan de auditoría a la organización, indicando fechas, equipo auditor, y el plan previsto.
7. Auditoría para verificar la conformidad de la organización con las especificaciones API Q1 y cualquier especificación de producto API aplicable.
8. Inicia el tiempo de ciclo cuando el auditor carga el informe de auditoría de la organización en myCerts.
9. La organización tiene 60 días para responder a las no conformidades. Las respuestas deben hacerse directamente en myCerts.
10. El auditor de API tiene 30 días para revisar sus respuestas y, si es necesario, enviar una consulta sobre sus respuestas iniciales.
11. La organización tiene 30 días para responder a la consulta.
12. Una vez que la organización ha respondido a todas las no conformidades con las acciones correctivas apropiadas y cualquier consulta de API aplicable, la auditoría es revisada por el cumplimiento, el sistema de administración y los expertos técnicos antes de tomar una decisión final sobre la licencia o el registro.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

En el presente trabajo se logró cumplir con el objetivo principal, el mismo que era desarrollar la metodología para la aplicación del estándar API Specification 19 AC, para la fabricación de la camisa deslizante (sliding sleeve) de la empresa Sertecpet S.A., tras una investigación de trabajos similares, se determinó que mediante la elaboración de una documentación como: matrices, procedimientos, registros, instructivos, manuales, fichas técnicas u otra documentación adecuada, permitiendo direccionar a la empresa para el inicio de la certificación del estándar.

La metodología permite realizar la implementación del estándar API Specification 19 AC, en los procesos de fabricación de la camisa deslizante de una manera simple, ordenada y sin burocracia, facilitando el ingreso de la documentación en el sistema de gestión de la calidad de la empresa y puede ser aplicada en cualquier modelo de camisa deslizante, ya que se usa la misma documentación preparada, aumentando o disminuyendo las características con las que se requiera.

El conocimiento de las responsabilidades, pruebas y controles en cada uno del proceso de fabricación de la camisa deslizante, permitió obtener un producto confiable, de calidad y que cumple con los requisitos del estándar.

En el estudio de la documentación del Sistema de Gestión de la Calidad de la Planta de Producción se encontraron que requisitos como los mencionados en el anexo II, se cumplen en los procesos de fabricación.

Mediante una auditoría interna por parte de la Auditora Gestión 360, se conoció que se cumple con el 83% de los requisitos se encuentran en la documentación, dando una buena expectativa al momento de realizar la implementación del estándar API Specification 19 AC, en los procesos de fabricación de la camisa deslizante de la empresa Sertecpet S.A.

4.2. Recomendaciones

La organización API, ayuda a interpretar los requisitos del estándar, mediante su sitio web, esto les permite determinar errores en el estándar y publicar una segunda edición del estándar, es recomendable esperar esa edición para iniciar con la certificación en la aplicación del estándar API Spec. 19 AC.

Para una mejor guía e interpretación, realizar el estudio del estándar API Spec. Q1, donde se encuentra de forma ordenada la solicitud de los mismos requisitos solo que explicada de forma general para un sistema de gestión de la calidad.

Implementar estos nuevos requisitos en el sistema de auditorías realizadas a proveedores para garantizar la calidad de los productos y el cumplimiento del estándar API Spec. 19 AC.

Por la complejidad de los requisitos en la materia prima, pedir por anticipado un certificado de cumplimiento (COC) con su respectivo respaldo antes de aceptar el material.

Realizar un estudio de posibles proveedores de materia prima que ya trabajen bajo el estampe de este estándar.

Referencias Bibliográficas

- Bassante, A. (2013). *Evaluación y optimización de tuberías de revestimiento para pozos a perforar en los campos Shushufindi y Oso*. Tesis de pregrado. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Ecuador.
- Benavides, A., y Vergara, E. (enero de 2011). Estudio del bombeo hidráulico en el campo Shushufindi. Proyecto de pregrado. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Ecuador.
- Budynas, R y Keith, J. (2008). Diseño en ingeniería mecánica. 8va edición. México. McGraw-Hill.
- Caiza, N. (2015). *Análisis, evaluación e implementación de cambios en el sistema de gestión de la calidad según API Q1 9na edición en la planta de Producción Sertecpet S.A. ubicado en la ciudad de Francisco de Orellana*. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.
- Gómez, K. (2017). *Tipos y características de tuberías para la elaboración de pozos petroleros*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Autónoma de México. Universitaria. México.
- Echeverría, J. (2012). *Desarrollo de una metodología para la certificación de los dispositivos de elevación y traslado de paneles metálicos del vehículo SGM-308 en Body Shop, en la empresa General Motor-OBB*. Proyecto de pre grado. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Ecuador.
- Lucero, D. (2015). *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica Minerosa*. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Ecuador.
- Martínez, O. y Montenegro, L. (2009). *Desarrollo de bases para un sistema de calidad bajo la norma ISO 9001:2008 para la facultad de Ingeniería Mecánica-EPN*, Tesis de pregrado. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Ecuador.
- Oberg, E., Jones, F., H. Horton, H. y Ryffel, H. (2012). Machinery's Handbook. 29th Edition. New York. Industrial Press Inc.

- Ochoa, M. (2012). *Procedimiento de implementación de los procesos de gestión de la prestación de los servicios de las tecnologías de la información (TI), basado en el estándar Cobit y Buenas Prácticas Itil*. Tesis de grado de master. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Ecuador.
- American Petroleum Institute. (Junio de 2013). *API Specification Q1*. Washington: API Publishing Services.
- American Petroleum Institute. (2016). *API Specification 19 AC*. Washington: API Publishing Services.
- American Petroleum Institute. (2018). *API Logo*. Recuperado de API: <https://www.api.org/>
- American Petroleum Institute. (2018). *Normas API*. Recuperado de API: <http://mycommittees.api.org/standards/Default.aspx>
- Azcona J. (2010). *Perforación y Terminación de Pozos Petroleros*. Recuperado de Monografias.com: <https://www.monografias.com/trabajos11/pope/pope.shtml#top>
- Baker Hughes. (2019). *Manga deslizante, CD - 6000*. Recuperado de Baker Hughes: <https://global.shopbakerhughes.com/completions/sliding-sleeve-cd-6000.html#>
- Bravo, V. (2011). *Sistemas de bombeo mecánico y neumático*. Recuperado de Academia: https://www.academia.edu/9699165/SISTEMAS_BOMBEO_MECANICO_BMC_Y_NEUM%C3%81TICO_BN
- CEEPYS. (2017). *Matriz energética*. Recuperado de Ceepys: <http://ceepys.org.ar/matriz-energetica/>
- Dayanara, G. (2019). *Camisa deslizante o Sliding Sleeve*. Recuperado de Scrib: <https://es.scribd.com/document/312258212/Camisa-Deslizante-o-Sliding-Sleeve>
- De la Vega J., (2019). *Evaluación de Productividad de un Pozo Multilateral*. Recuperado de Academia: https://www.academia.edu/7909543/Pozos_multilaterales

- GESTAR. (2018). *Energías Renovables I: Perspectivas globales y situación local*. Recuperado de Gestar: <http://gestar.org.ar/nota/ver/id/1305>
- Gestion 360. (2011). *Auditorias Internas*. Recuperado de Gestion360: <http://www.gestion-360.com/#!/-auditorias/>
- Guerrero, O. (2008). *Procesos de Manufactura*. Recuperado de UNAD: https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/4998/1/332571_Modulo2011.pdf
- ISO. (2019). *Organismo Internacional de Estandarización*. Recuperado de ISO: <https://www.iso.org/standards.html>
- ISO. (2019). *Organización Internacional de Estandarización*. Recuperado de ISO: <https://www.iso.org/iso-name-and-logo.html>
- MIPSA. (2019). *Procesos y servicios*. Recuperado de Procesos y servicios: <https://www.mipsa.com.mx/dotnetnuke/Procesos/Corte-sierra-cinta>
- NAUN GROUP. (2019). *Perforación de pozos petroleros*. Obtenido de Slide share: <https://es.slideshare.net/MagnusMG/perforacion-de-pozos-petroleros-42587724>
- Parveen Industries Pvt. Ltd. (2019). *Sliding Sleeve*. Recuperado de Indiamart: <https://www.indiamart.com/proddetail/sliding-sleeve-4795911197.html>
- Petroecuador. (2013). *El petróleo en el Ecuador la nueva era petrolera*. Recuperado de *El petróleo en el Ecuador la nueva era petrolera*: <https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/El-Petr%C3%B3leo-en-el-Ecuador-La-Nueva-Era.pdf>
- Repsol YPF. (2002). *EL PETROLEO: El recorrido de la energía*. Madrid: E.i.S.E. Doménech, S.A. Recuperado de EL PETROLEO: El recorrido de la energía: <https://www.fenercom.com/pdf/aula/recorrido-de-la-energia-el-petroleo.pdf>
- Schlumberger. (2006). *Las Presiones de las Operaciones de Perforación y Producción*. Recuperado de Schlumberger:

https://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish05/win05/p2647.pdf

Schlumberger. (2008). *A-2- and M -Series equalizing standing valve*. Recuperado de Schlumberger:

https://www.slb.com/~media/Files/completions/product_sheets/accessories/a_2_and_m_series_equalizing.pdf

Schlumberger. (2009). *Temperatura de Fondo de Pozo obtenidas con Fibra Óptica*. Recuperado de Schlumberger:

https://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish09/spr09/temperaturas_de_fondo.pdf

Schlumberger. (2015). *MFL - 10 - and M - 2 On/off tools*. Recuperado de Schlumberger:

https://www.slb.com/~media/Files/completions/product_sheets/packer_accessories/MFL-10_M-2_on_off_tools_ps.pdf

Schlumberger. (2015). *Oilfield glossary*. Recuperado de Schlumberger:

https://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/n/no_go_landing_nipple.aspx

Schlumberger. (mayo de 2016). *La Corrosión: La lucha más extensa*. Recuperado de Schlumberger:

https://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish16/may16/03-corrosion.pdf

Schlumberger. (enero de 2017). *Bombeo neumático básico Schlumberger*. Recuperado de Schlumberger:

https://kupdf.net/download/bombeo-neumatico-basico-schlumberger_59f224e1e2b6f55663096cf9_pdf

SEEPSA. (2019). *Materiales no metálicos*. Recuperado de Seepsa:

<https://www.seepsa.com.mx/blog/materiales-no-metalicos/>

Sertecpet, S.A. (2018). *Perfil Corporativo*. Recuperado de Sertecpet:

<http://www.sertecpet.net/pcorporativo.html>

- Tejada M. (13 de julio de 2011). *Usos del paker en un pozo petrolero*. Recuperado de Petroblogger.com: <http://www.ingenieriadepetroleo.com/usos-del-packer-en-un-pozo-petrolero/>
- Valbuena, R., & Saza, E. (2000). *Principales herramientas utilizadas en el campo Castilla para operaciones de workover*. Recuperado de Issuu: https://issuu.com/biliovirtual/docs/principales_herramientas_utilizadas
- Vallourec. (2016). *Pup joint*. Recuperado de Vallourec: <http://www.vallourec.com/OCTG/EN/Solutions/accessories/accessories/Pages/Pup-joint.aspx>
- Weatherford. (2011). *OptiSleeve Sliding Sleeve*. Recuperado de Weatherford: <https://www.weatherford.com/en/documents/technical-specification-sheet/products-and-services/completions/optisleeve-sliding-sleeve/>
- Welch, W. (1996). *Nonelastomeric Sliding Sleeve Maintains Long Term Integrity in HP/HT Application*. Recuperado de One petro: <https://doi.org/10.2118/37357-MS>
- Zapata, H. (2014). *Factores de corte en el Fresado*. Recuperado de Monografias.com: <https://www.monografias.com/trabajos104/factores-corte-fresado/factores-corte-fresado2.shtml>

Anexos.

Anexo I. Lista maestra de documentos

 LISTA MAESTRA DE DOCUMENTOS (PROCEDIMIENTOS, INSTRUCTIVOS Y REGISTROS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN)		CÓDIGO: EC.GC.GE.RE.01 REVISIÓN: 00 PÁGINA: a, b, y c FECHA: 2014-06-20 USO INTERNO			
a) PROEDIMIENTOS EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN					
N.	DENOMINACIÓN	CODIGO ANTERIOR	CODIGO ACTUAL	FECHA ACTUAL	REVISIÓN
PROCEDIMIENTOS DE PLANTA DE PRODUCCIÓN			EC.GC.PP.PR.XXX		
PROCEDIMIENTOS DE PRODUCCIÓN			EC.GC.PP.PR.0XX		
1	PROCEDIMIENTO EN LA PLANTA DE PRODUCCION	GI.OP.PR.01	EC.GI.PP.PR.001	20/05/2014	REV.:15
2	PROCEDIMIENTO PARA CALIFICACION Y CAPACITACION AL PERSONAL DE INSPECCION PRODUCTOS API	GC.OP.PR.01	EC.GC.PP.PR.002	24/05/2014	REV.:03
3	PROCEDIMIENTO PARA LA CALIFICACION Y CAPACITACION DEL PERSONAL DE INSPECCION DE PRODUCTOS API				REV.:10
4	PROCEDIMIENTO PARA LA CALIFICACION Y CAPACITACION DEL PERSONAL DE INSPECCION DE PRODUCTOS API				REV.:06
5	PROCEDIMIENTO PARA LA CALIFICACION Y CAPACITACION DEL PERSONAL DE INSPECCION DE PRODUCTOS API				REV.:07
6	PROCEDIMIENTO PARA EVALUACION DE RIESGOS CON INCIDENCIA EN LA ENTREGA- CALIDAD DEL PRODUCTO, Y ELABORACION DE PLANES DE CONTINGENCIA		EC.GC.PP.PR.006	12/05/2014	REV.:00

 LISTA MAESTRA DE DOCUMENTOS (PROCEDIMIENTOS, INSTRUCTIVOS Y REGISTROS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN)		CÓDIGO: EC.GC.GE.RE.01 REVISIÓN: 00 PÁGINA: a, b, y c FECHA: 2014-06-20 USO INTERNO			
c) REGISTROS DE LA PLANTA DE PRODUCCION					
N.	DENOMINACIÓN	CODIGO ANTERIOR	CODIGO ACTUAL	FECHA ACTUAL	REVISION
REGISTROS DE PLANTA DE PRODUCCIÓN			EC.GC.PP.RE.XXX		
REGISTROS DE PRODUCCIÓN			EC.GC.PP.RE.000		
1	ORDEN DE PRODUCCIÓN	GC.OP.RE.02	EC.GC.PP.RE.001	15/07/2013	REV.:05
2	REGISTRO DE ACTIVIDADES DIARIAS - BITACORA	EC.GI.M.017	EC.GC.PP.RE.002	11/11/2013	REV.:01
3	REGISTRO DE ACTIVIDADES DIARIAS - BITACORA				REV.:03
4	REGISTRO DE ACTIVIDADES DIARIAS - BITACORA				REV.:01
5	REGISTRO DE ACTIVIDADES DIARIAS - BITACORA				REV.:01
6	INSPECCION DE MATERIA PRIMA (SPEC 5.1)				REV.:01
7	INSPECCION DE MATERIA PRIMA (SPEC 5.1)		EC.GC.PP.RE.007		
8	INSPECCION DE MATERIA PRIMA (SPEC 7.1)		EC.GC.PP.RE.008		
9	INSPECCION DE MATERIA PRIMA		EC.GC.PP.RE.009	12/01/2014	REV.:00
10	HOJA DE PROCESO PARA CONFORMIDAD DE PRODUCTO MANUFACTURADO BAJO LICENCIAS	GC.CC.RE.08	EC.GC.PP.RE.010	10/08/2013	REV.:05

Figura A. 1. Lista maestra de documentos de Planta de Producción
(Fuente: Caiza, 2015))

Anexo II. Documentación existente en la empresa para uso de la implementación

Tabla A. 1. Análisis de la documentación de Planta de Producción.

Documento	Requisito	Incluir en el documento
Procedimiento de Planta de Producción	7.4.5. Rastreabilidad de Componente	N/A
Procedimiento de control de calidad de Planta de Producción	7.4.6 Inspección dimensional	Las tolerancias dimensionales de los o-ring deben estar de acuerdo con ISO 3601-1 o equivalente
Instructivo para la Medición de Dureza	7.4.8 Inspección de dureza de los componentes	La dureza del durómetro de o-ring, seal ring se debe determinar de acuerdo con una norma internacional o nacional como ASTM D2240 o ASTM D 1415. Se puede usar una muestra de ensayo fabricada a partir de cada lote.
Procedimiento para Inspección por Ensayos no Destructivos (END), por Partículas Magnéticas. Procedimiento para el Control de Proceso en Ensayos no Destructivos por Partículas Magnéticas	7.4.9 NDE de componentes / soldaduras	N/A
Instructivo para Desensamble / Ensamble y Reparación de Sliding Sleeve	7.4.11. Verificación de ensamble y prueba funcional	N/A
Procedimiento de Producto No Conforme	7.4.13. No conformidad de fabricación	N/A

Tabla A. 1. (Continua)

Instructivo de Metrología	7.4.14. Sistemas de calibración	<p>Los intervalos se pueden alargar o acortar basándose en la repetitividad documentada, la cantidad de uso y el historial de calibración.</p> <p>El intervalo de calibración no puede aumentarse más de dos veces el intervalo anterior, que no debe exceder 1 año.</p> <p>Las normas de calibración utilizadas para calibrar el equipo de medición deben ser verificadas y aprobadas al menos una vez cada 3 años por una agencia externa independiente con rastreabilidad a la agencia nacional o internacional de estándares reconocida.</p>
Procedimiento para la Calificación y Capacitación al Personal de Inspección de Productos API	7.4.15. Calificaciones del personal	N/A
Instructivo para Desensamble / Ensamble y Reparación de Sliding Sleeve	8. Rectificación y reparación	<p>Las actividades de reparación de la camisa deslizante después de la fabricación original se definirán por los procedimientos del fabricante.</p> <p>Las actividades de reparación de la camisa deslizante devolverán el producto a una condición que cumpla con todos los requisitos establecidos en el estándar y en la edición vigente al momento de la fabricación original. Los productos reparados se marcarán con una "R" después de la fecha de fabricación original para indicar que el producto ha sido reparado.</p>
Instructivo de Almacenamiento y Preservación del Producto	9. Transporte y almacenamiento	N/A

(Fuente:

Propia)

Anexo III. Registro de requerimientos de accesorios de completación

	REGISTRO DE REQUERIMIENTOS DE ACCESORIOS DE COMPLETACIÓN	CÓDIGO: EC.GC.PP.RE.15 Rev. 00 FECHA: 10/06/2018 USO INTERNO				
Datos del cliente.						
Nombre:	Pozo/Locación:					
Empresa:	Fecha:					
Teléfono:	E-mail:					
Nombre del accesorio: _____ Contiene presión <input type="checkbox"/> Desconecta/conecta <input type="checkbox"/> Movimiento del tubing <input type="checkbox"/> Apertura / cierre <input type="checkbox"/>						
PARÁMETROS DE POZO						
COMPATIBILIDAD MEDIO AMBIENTAL						
Tipo y/o densidad del fluido: _____						
Composición química/física: _____						
Condición del fluido (sedimentos): _____						
Grados API: _____						
Tipo de arena productora: _____						
Presencia de H ₂ S/CO ₂ (ppm/%): _____						
Material sugerido: _____						
Otros: _____						
Relación con otro dispositivo: _____						
Presión de producción: Mín.: _____ Máx.: _____						
Presión de inyección: Mín.: _____ Máx.: _____						
Variación de presión: _____						
Temperatura: Mín.: _____ Máx.: _____						
Variación de Temperatura: _____						
Caudal producción / inyección: _____						
Otros: _____						
VALIDACIÓN						
Grado de Validación: V6 _____						
V5 _____						
V4 _____						
V3 _____						
V2 _____						
V1 _____						
V0 _____						
CALIDAD						
Grado de Calidad: Q3 _____						
Q2 _____						
Q1 _____						
Entregado por:		Firma:				
NORMAS APLICABLES (USO EXCLUSIVO DE LA EMPRESA)						
1. _____						
2. _____						
EVALUACIÓN DEL RIESGO						
ITEM	RIESGO	EFECTO	S	O	D	NPR
1						
2						
3						
4						
S: SEVERIDAD / O: OCURRENCIA / D: DETECCIÓN			NPR= S x O x D			
RECURSOS REQUERIDOS						
1. _____			4. _____			
2. _____			5. _____			
3. _____			6. _____			
Revisión de los requisitos relacionados con el diseño						
a) Están definidas las entradas del diseño			SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
b) Están resueltas las diferencias existentes entre los requisitos del diseño o pedido y los expresados previamente			SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
c) Sertecpet S.A. está en la capacidad de diseñar el producto solicitado			SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
d) Las condiciones de seguridad o ambiente ya han sido revisadas previas al diseño del producto			SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
Revisado por:			FIRMA:			

Figura A. 2. Documento guía registro de requerimientos de accesorios de completación. (Fuente: Propia)

Anexo IV. Plan de diseño

 <p>SERTECPET NUESTRAS IDEAS, TU ENERGÍA.</p>	<h3 style="margin: 0;">Plan de Diseño y Desarrollo</h3>	CODIGO: EC.GC.PP.RE.104 REVISION: 00 PAGINA: 2 de 2 FECHA: 2018-06-03 USO INTERNO		
PROYECTO: Sliding Sleeve				
Responsable del proyecto: Edison Sambachi				
N:	ETAPAS DEL DISEÑO Y DESARROLLO	Fecha prevista	Fecha elaborada	Responsable
A	Panificación del diseño			
A1	Plan , que incluye la actualización del plan, usado para diseño y desarrollo			Ing. Diseño
A2	Elementos de Entrada			Ing. Diseño
A3	Elementos de Salida			Ing. Diseño
A4	Revisión, verificación y revisión final del diseño			Grupo de Verificación
A5	Las actividades de validación necesarias para completar cada diseño y desarrollo			Personal capacitado
B	Elementos de entrada	Fecha prevista	Fecha elaborada	Responsable
B1	Requisitos funcionales			Cliente
B2	Requisitos provenientes de especificaciones de productos API			Ing. Diseño
B3	Condiciones ambientales y operativas			Ing. Diseño
B4	Metodología, hipótesis y formulas			Ing. Diseño
B5	Rendimiento histórico / información diseños previos similares			Ing. Diseño
B6	Requerimientos legales			N/A
B7	Evaluación de riesgos			Ing. Diseño
C	Elementos de salida	Fecha prevista	Fecha elaborada	Responsable
C1	Cumplir con los requisitos de los elementos de entrada del diseño y desarrollo			Ing. Diseño
C2	Proveer información adecuada para compras, producción y servicio			Ing. Diseño
C3	Incluir la identificación de componentes considerados críticos de un producto para el diseño			Ing. Diseño
C4	Incluir resultados de cálculos aplicables			Ing. Diseño
C5	Especificar las características del producto que son esenciales para su utilización correcta y segura			Ing. Diseño
D	Revisión del diseño	Fecha prevista	Fecha elaborada	Responsable
D1	Revisión de cumplimiento de concordancia entre requisitos de normas técnicas aplicables contra elementos de salida.	30/10/2018		Grupo de verificación
D2	Revisión de cumplimiento de concordancia entre requisitos del cliente y elementos de salida	6/11/2018		Grupo de verificación
D3	Revisión de cumplimiento de concordancia entre requisitos de legales y elementos de salida	N/A		N/A
E	Verificación y revisión final del diseño	Fecha prevista	Fecha elaborada	Responsable
E1	Lista de chequeo asegurando que los requerimientos de salida son conforme con el elemento de entrada.	14/11/2018		Ing. Diseño
F	Validación y Aprobación	Fecha prevista	Fecha elaborada	Responsable
F1	Fabricación del prototipo	6/12/2018		Personal de planta
F2	Realización de ensayos de prototipo	17/01/2019		Personal capacitado
F3	Validación en campo (por el cliente)	10/02/2019		Cliente
F4	Aprobación	28/02/2019		Grupo de verificación
G	Cierre de proyecto			
H	Cambios en el diseño y desarrollo	Fecha prevista	Fecha elaborada	Responsable

Figura A. 3. Documento guía de plan de diseño.
(Fuente: Propia)

Anexo V. Plano

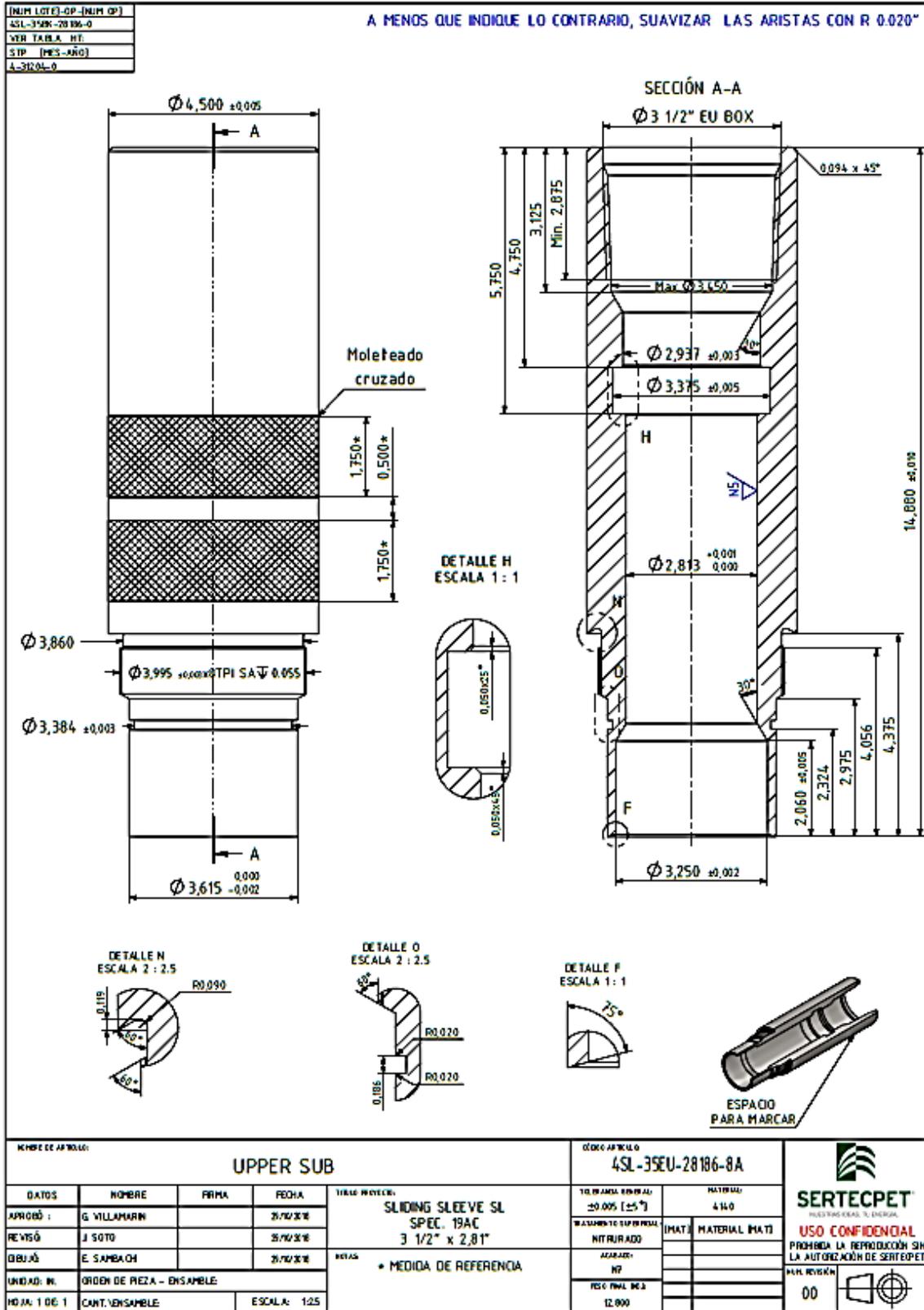


Figura A. 4. Documento guía de un plano.
 Fuente: Sertepet S.A.

Anexo VI. Memoria de diseño



MEMORIA DE DISEÑO

CÓDIGO: EC.GC.PP.MD.103
REVISIÓN: 00
PAGINA: 1 de 13
FECHA: 2018-10-29
USO INTERNO

CONTENIDO

0. HOJA DE MODIFICACIONES
1. ENTRADA DE DISEÑO
2. SALIDAS DE DISEÑO
3. CONCLUSIONES
4. RESUMEN
5. BIBLIOGRAFIA

Producto:	SLIDING SLEEVE "SL" 2-7/8" EU CONN. x 2.31" SEAL BORE, 4140 (80ksi) / L80 – 1%Cr, SPEC 19AC
Código:	4SL-27EU-231-A
Revisión	00
Diseño:	

Elaborado por: Grupo de Trabajo	Revisado por: Jefe de Planta de Producción	Aprobado por: Supervisor de Planta de Producción
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:	Firma:

0. HOJA DE MODIFICACIONES DE LA MEMORIA DE DISEÑO.

No REVISIÓN	TIPO MODIFICACIÓN	REVISADO	APROBADO	FECHA

1. ENTRADAS DE DISEÑO

Para el diseño del Sliding Sleeve (Camisa Deslizable) se determina en base al Registro de Requerimiento de accesorios de completación, con código EC.GC.PP.RE.15, e incluye los métodos, suposiciones, cálculos, prueba, trabajo y presiones de operación, materiales, medio ambiente y otros requisitos pertinentes sobre el cual se basa el diseño.

4.1. Condiciones de trabajo

La herramienta Sliding Sleeve a diseñarse debe acoplarse en la tubería de las completaciones de pozos petroleros, ser compatibles con pozos verticales, horizontales y desviados, tiene como función principal abrir o cerrar la comunicación desde el tubing hacia el espacio anular y sirve para alojar herramientas de control de flujo con perfil de asentamiento Tipo "F" o un anclaje selectivo en el Upper Sub, y un área de sello.

La herramienta Sliding Sleeve trabaja bajo esfuerzos de presión interna, presión externa y esfuerzos de tensión, razones por las cuales sus componentes son considerados de Tipo 1 de acuerdo al estándar API Spec. 19 AC (1^{ra} edición).

4.1.1. Análisis de material ANSI / NACE MR0175 / ISO 15156

“Para el control del fisuramiento bajo tensión por sulfuro SSC (Sulfide Stress Cracking) de un acero de bajo contenido de carbono expuesto al H₂S en el ambiente, de acuerdo con la norma ANSI / NACE MR0175 / ISO 15156-2, dice:

Regiones de severidad ambiental (SSC)

La gravedad del ambiente ácido, determinada de acuerdo con NACE MR0175 / ISO 15156-1, con respecto al SSC de un acero al carbono o de baja aleación.

4.1.2. Selección de material metálico

Se determina que un material similar a la metalurgia del acero L80 es el acero AISI 4140/L80-1%Cr, el cual se usara para el estudio del diseño y su posterior fabricación. Sus

propiedades mecánicas y composición química son semejantes y cumple con el estándar ANSI / NACE MR0175 / ISO 15156.

a) **Grado:** AISI 4140/L80

b) **Tratamiento Térmico:**

Templado

Revenido

c) **Propiedades mecánicas:**

- Resistencia a la tracción: 95 [ksi]
- Límite de fluencia: 80 [ksi]
- Elongación: Área = 0,20 in min.: 15%
- Dureza: 20,9 HRC

4.2. Selección del material elastómero

Las condiciones de operación de la herramienta son severas, en las que se contemplan elevada temperatura, presencia de fluidos agresivos y otros que comprometen la integridad de los materiales. En consecuencia, se requiere el implemento de materiales de alto desempeño ingenieril que otorguen seguridad a la herramienta. En este sentido los elastómeros son utilizados como: o-ring y sellos hidráulicos.

Un material elastómero es capaz de recuperar en gran parte sus dimensiones y formas iniciales, una vez deformado por la acción de un esfuerzo pequeño y ser liberado de él. Entre los más usados en la industria del petróleo y gas se encuentra: nitrilo (NBR), nitrilo hidrogenado (HNBR), nitrilo carboxilado (XNBR) y los fluoroelastómeros. (Solórzano, 2010)

La clasificación por propiedades de los elastómeros que se puede observar en el Anexo 8 y 9 recuperado de: (Tecno-products, 2018) , y permite realizar una comparación y visualización de cada uno de ellos y mediante un criterio de aceptación elegir el elastómero a usar.

Para la adquisición del material metálico y no metálico para la fabricación del Sliding Sleeve “SL” se crea los registros de requerimientos de materiales metálicos y no metálicos.

2. Salidas de diseño

2.1 Esquema en revisión inicial con código REV00:

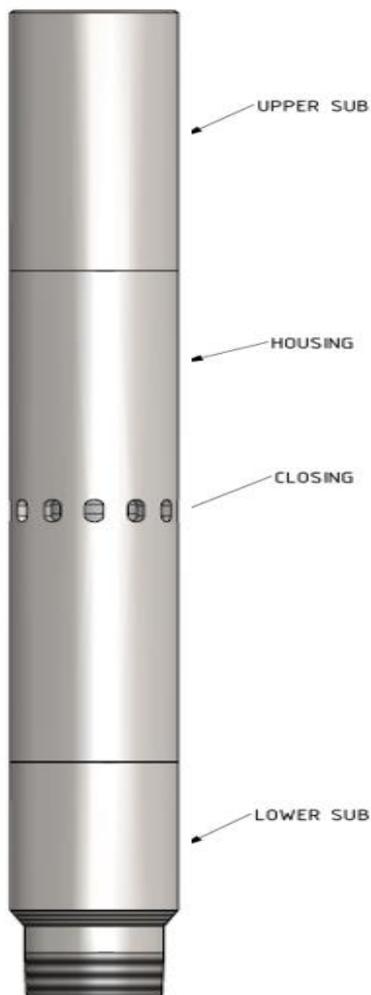


Figura 1. Sliding Sleeve "SL"
Elaborado por: Edison Sambachi

2.2 Cálculos de Resistencia

2.2.1 Sección crítica de la herramienta

La tasa de fallos de elementos mecánicos depende de la forma que se ajusta el esfuerzo inducido en estos, este esfuerzo debe ser menor que el límite de fluencia del material. El esfuerzo inducido tiene una relación directa en la geometría y la condición de uso de la herramienta. Para el cálculo de la sección crítica de la Sliding Sleeve se hace uso de la geometría en la que se induce el esfuerzo por tensión, diferencia de presión, cambios de sección.

La geometría de la herramienta es de forma cilíndrica tubular, por lo cual se hace uso de métodos de análisis de carga y esfuerzos en cilindros huecos de la API Spec. 5C3 (1^{ra} edición) recomendada en la API Spec. 19 AC.

La Sliding Sleeve está compuesto por cuatro elementos mecánicos: Upper Sub, Housing, Lower Sub y Closing, los tres primeros forman un solo cuerpo que son ensamblados mediante el uso de roscas Stub Acme.

2.2.2 Fórmulas y variables

2.2.3 Resultados

A continuación, se presenta el cálculo realizado para cada elemento que conforma la Sliding Sleeve "SL".

1. 4SL-27EU-23186-8A, UPPER SUB 2-7/8" EU 8RD THD. CONN., 2.31" SEAL BORE, GRADE AISI 4140/L80-1%Cr, STANDARD SPEC. 19A

t = Espesor crítico de la herramienta

$$t = \frac{(3,410 - 2,810)}{2} = 0,300 \text{ [in]}$$

A = Área

$$A = \frac{\pi * (3,410^2 - 2,810^2)}{4} = 2,931 \text{ [in}^2\text{]}$$

Resistencia a la tensión S.C. 1

$$RT = 80\,000 * 2,931 = 234\,488,48 \text{ [Lbf]}$$

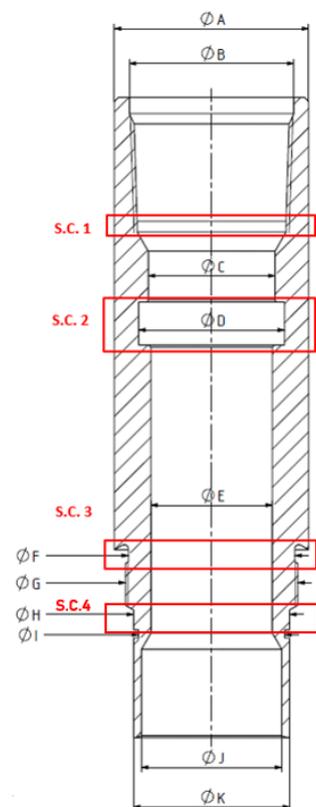
Presión interna máxima o de estallido S.C. 1

$$Pi = 0,875 * \frac{2 * 80\,000}{2,931} = 12\,316,72 \text{ [Psi]}$$

Presión externa máxima o de colapso S.C. 1

$$Pc = 2 * 80\,000 * \frac{\left(\frac{3,410}{0,300} - 1\right)}{\left(\frac{3,410}{0,300}\right)^2} = 12\,837,87 \text{ [Psi]}$$

A continuación, se realiza una tabla comparativa con los valores encontrados en los cálculos realizados en cada uno de los componentes de la Sliding Sleeve "SL", y sus Secciones Críticas (S.C.) y en la rosca, en la Tabla 8, se puede ver que el elemento mecánico que menos esfuerzos de tensión soporta es el **Housing**, por las ranuras por donde circula el fluido, así como también en soporta menos esfuerzos a presión en las



ranuras donde se alojaran las anclas del Closing. Determinando al **Housing como la parte crítica de la herramienta** debido a la disminución del área por las perforaciones y ranuras que se pueden observar en la figura 13.

Tabla 1

Cálculo de la sección crítica en cada uno de los elementos de la Camisa Deslizante.

CÁLCULO DE LA SECCIÓN CRÍTICA									
Sección Crítica		D [in]	d [in]	t [in]	A [in²]	F [Lbf]	Pi [Psi]	Po [Psi]	
2 7/8"	UPPER	S.C. 1	3,410	2,810	0,3	2,931	234488,476	12316,72	12837,87
		S.C. 2	3,410	2,812	0,299	2,922	233781,994	12275,66	12799,19
		S.C. 3	2,990	2,312	0,339	2,823	225865,18	15872,91	16083,74
		S.C. 4	2,990	2,250	0,37	3,045	243636,79	17324,41	17349,25
	HOUSING	S.C. 1	N/A	N/A	N/A	1,110	88800,00	N/A	N/A
		S.C.2	3,410	3,084	0,163	1,663	133017,798	6692,08	7282,51
	LOWER	S.C. 1	3,010	2,312	0,349	2,918	233405,00	16232,56	16400,51
		S.C. 2	3,094	2,385	0,355	3,051	244077,308	16040,72	16231,81

Elaborado por: Edison Sambachi

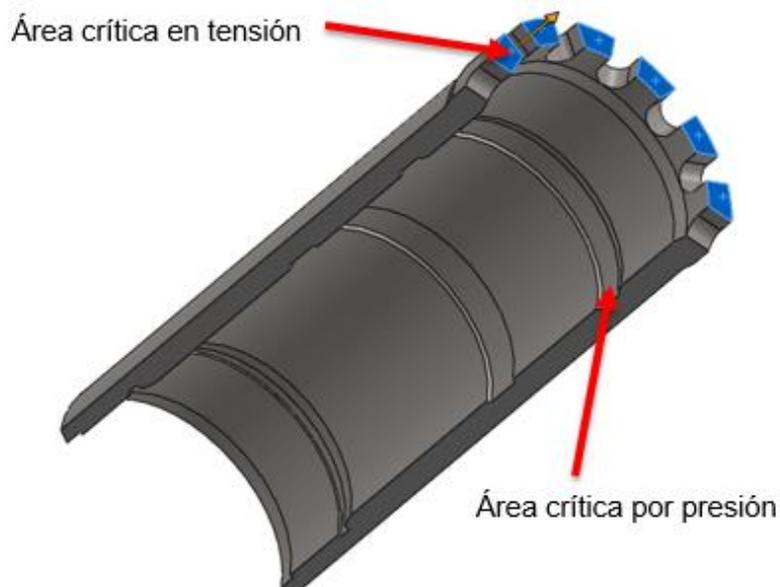


Figura 2. Área crítica del Housing en tensión
Elaborado por: Edison Sambachi

2.3 Resultados con software SolidWorks 3D 2018

2.3.1 Resultados

2.3.1.1 Estudio en la sección crítica

Mediante el método de elementos finitos el software CAD, predice el comportamiento del modelo mediante la combinación de la información obtenida a partir de todos los elementos que conforman el modelo. Realizada la ejecución del programa se obtiene los resultados mostrados en las tablas 13 y 14.

Tabla 2
Tensiones de Von Mises en la sección del modelo

Tensiones				
Tipo	Nombre	Descripción	Unidad	V. Prom. 1
Tensión	Von Mises	Resultados de tensiones promediados en la sección crítica estudiada.	Psi	60500

Elaborado por: Edison Sambachi

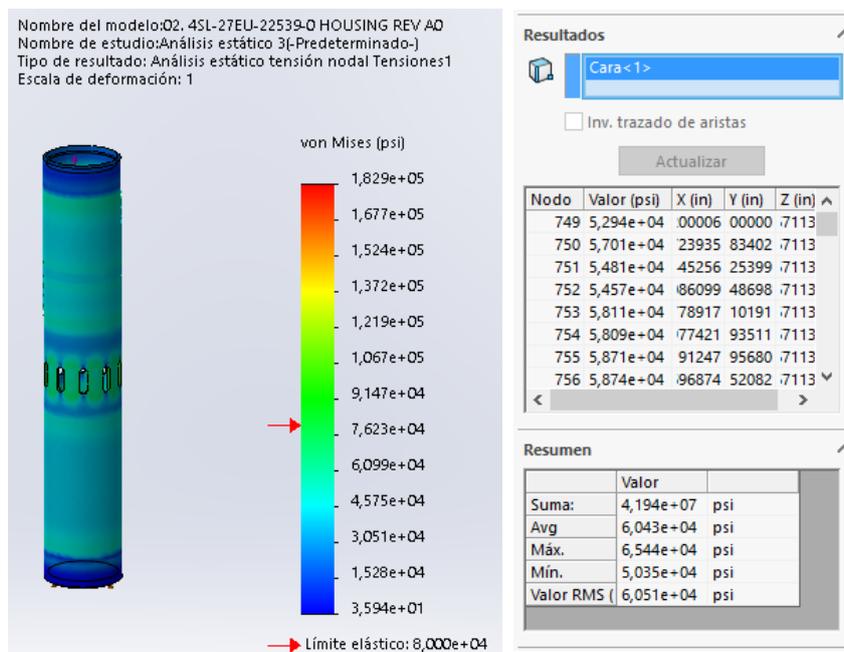


Figura 3. Resultado de tensión promedio mediante el criterio de Von Mises

Elaborado por: Edison Sambachi

Tabla 3
Factor de seguridad

Factor de seguridad				
Tipo	Nombre	Descripción	Unidad	V. Prom. 1
Factor de seguridad	Von Mises	Resultado de factor de seguridad promedios en la sección crítica estudiada (V. Prom. 1).	-	1,3

Elaborado por: Edison Sambachi

2.4 Rendimiento

2.4.1 Clasificación del rendimiento en función del factor de seguridad

Para clasificación del rendimiento en función del factor de seguridad se toma en cuenta las cargas combinadas de presión y cargas axiales a las que se encontraría sometida la herramienta, la fórmula a usar se realiza en base al criterio de Von Mises.

En la tabla 15 se puede ver los valores del nominales del OD e ID de la sección crítica de la herramienta, el límite de fluencia del material a una temperatura máxima de 100 [°F].

Tabla 4
Datos de la herramienta

Datos de la herramienta		
Diám. Ext. =	3,410	[in]
Diám. Int. =	3,084	[in]
Límite de fluencia =	80000	[Psi]
Área Crítica =	1,110	[in ²]
Temperatura =	-20 - 100	[°F]
Factor seguridad=	1,00	

Elaborado por: Edison Sambachi

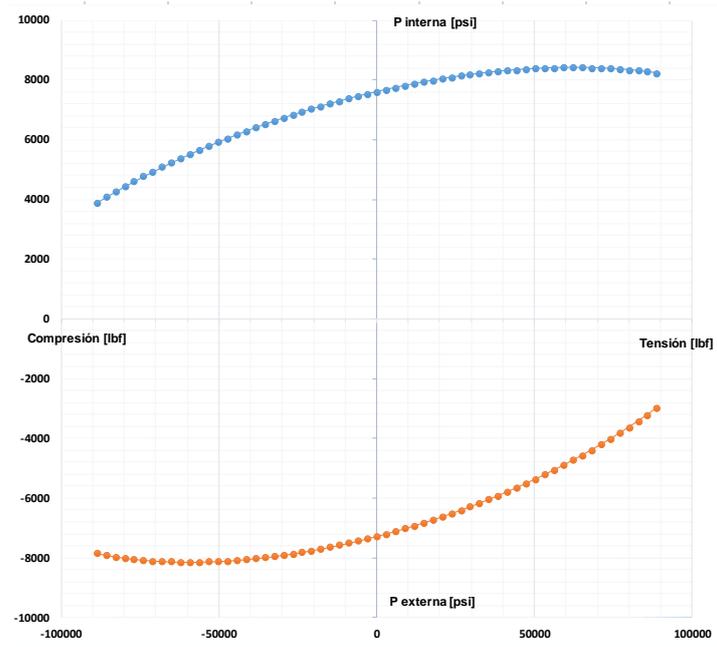


Figura 4. Rendimiento con factor de seguridad de 1
Elaborado por: Edison Sambachi

5. RESUMEN

Definido los requisitos de diseño, suposiciones, métodos de análisis y realizados respectivos cálculos se procede a realizar un cuadro resumen del Sliding Sleeve “SL”

Tabla 5
Comparación de requerimientos y resultados

Descripción	Requerimiento	Hipótesis	Cálculos	Simulación	Sliding Sleeve 3 1/2” Weatherford	Observaciones	Ok
Material metálico	N/A	AISI 4140 / L80-1%Cr	AISI 4140 / L80-1%Cr	AISI 4140 / L80-1%Cr	N/A	Material homogéneo con la completación de pozo y cumple con NACE MR0175.	✓
Límite de fluencia [psi]	N/A	80000	80000	80000	N/A	Propiedades encontradas en la base de datos SERTECPET®, en los archivos de certificado de materiales (MTR)	✓
Elemento crítico	N/A	Housing	Housing	Housing	N/A	Elemento crítico bajo esfuerzos por tensión y compresión.	✓
Profundidad (TVD) [ft]	9000	9000	9000	9000	N/A	Hipótesis formulada	✓
Tensión [lbs]	70000	80000	80000	80000	136000	Condición extrema de tensión, con referencia al requerimiento -esta trabajaría con un factor de seguridad de n = 1,15	✓
Compresión [lbs]	20000	80000	80000	80000	N/A	Condición extrema de compresión considerando el libraje del tubing, con referencia al requerimiento esta trabajaría con un factor de seguridad de n = 4	✓

Presión externa [psi]	2500	0	4,185	0	N/A	Variación de la Presión Externa es equivalente a la presión hidrostática del agua intersticial, lo que establece un gradiente de presión de 0,465 [Psi/ft]	✓
Presión interna [psi]	5000	6600	6897	6600	-----	Variación de la Presión Externa es equivalente a la presión hidrostática del agua intersticial, lo que establece un gradiente de presión	✓
Diferencia de presión [psi]	1000	5000	2712	-----	1500	Valor de la presión hidrostática a una profundidad de 9000 [ft]	✓
Esfuerzo Von Mises [psi]	-----	-----	65650	60500	-----	Esfuerzo debido a cargas combinadas	✓
Criterio de aceptación	-----	1,2 - 1,3	1,2	1,3	-----	Factor de seguridad se superior al criterio de aceptación de diseño	✓
Temperatura máxima [°F]	210	300	302	-----	375	Considerando que el material comienza a cambia sus propiedades a los 390 [°F] aproximadamente.	✓
Grados API del fluido [°]	20	23	< 10	-----		Debido a la presión máxima de estallido que puede soportar la herramienta	✓
Torque [lb/ft]	-----	-----	1720	-----	3500	Torque requerido para la conexión con rosca Stub Acme en el modelo	✓
Seal bore [in]	2,31	2,31	2,31	2,31	-----	Medida de diámetro de seal bore	✓
OD [in]	-----	3,410	3,410	3,410	3,750	Mayor diámetro del sliding sleeve	✓
Grado validación	V6	EC.GC.PP.PR.012 Procedimiento para la fabricación de productos bajo API Spec. 19 AC, Anexo 2					✓
Grado calidad	Q2	EC.GC.PP.RE.010 Hoja de procesos para la conformidad de producto manufacturado					✓

Elaborado por: Edison Sambachi

6. Conclusiones

- El material seleccionado para la fabricación del Sliding Sleeve “SL” y de similares características a la completación de fondo de pozos petroleros es el acero AISI 4140 / L80.
- En el cálculo se considera el límite de fluencia del material y un tubing de 2 7/8” de diámetro y 6,5 [lbs/ft] de libraje.
- El Housing es el componente crítico del Sliding Sleeve “SL” debido a la reducción de área los rasurados tanto en la entrada y salida del fluido como los alojamientos de las anclas del Housing.
- El factor de seguridad del Sliding Sleeve “SL”, se encuentra dentro del rango del criterio de aceptación de diseño.
- El Sliding Sleeve “SL” puede trabajar hasta una temperatura de 302 [°F] sin que sus componentes fallen.

Figura A. 5. Documento guía de memoria de diseño.
(Fuente: Propia)

Anexo VII. Procedimiento de pruebas de validación



REQUISITOS DE PRUEBAS PARA GRADO DE VALIDACIÓN V6 CON CALIDAD Q2

REVISIÓN: 00
PAGINA: 1 de 2
FECHA: 2018-11-02
USO INTERNO

Responsable	Descripción de actividades	Registros/Anexos
Prueba de apertura y cierre de la herramienta		
Personal Calificado	Realiza la apertura y cierre de la herramienta de acuerdo a lo especificado en el Manual Técnico de operación, a una temperatura ambiental o superior.	Informe
Criterios de Aceptación		
Personal Calificado	Verifica el desplazamiento del closing observando que se encuentre abierto o cerrado a través de las ranuras del Housing. Verifica el buen funcionamiento del Shifting Tool D-2 en la apertura y cierre de la herramienta, siendo este liberado sin realizar un forzamiento.	Informe
Prueba líquida		
Requisitos del líquido		
Personal Calificado	Verifica que el líquido o medio de prueba sea agua la cual debe cumplir con los siguientes parámetros. <ul style="list-style-type: none"> - La densidad debe ser inferior a 1100 kg/m³ (68,67 lbm/ft³). - Con/sin aditivos o aceite hidráulico. - Libre de partículas u otro material que pueda tapar una pequeña fuga. 	Informe
Pruebas		
Personal Calificado	Cumple con los siguientes parámetros de prueba: <ul style="list-style-type: none"> - Realiza la prueba líquida completa a una temperatura ambiental o superior. - Prueba la capacidad de retención de presión, a la presión de diseño de 10 ksi. La Sliding Sleeve puede ser sujeta al	Informe

	accesorio de prueba para evitar el movimiento del mismo	
Criterios de Aceptación		
Personal Calificado	<p>Verifica el informe del torque de apriete del ensamblado de la herramienta.</p> <p>Verifica que la reducción del diferencial máximo de presión no sea mayor al 1%, durante el periodo de retención o prueba que es de 15 minutos que inicia después de que se haya permitido suficiente tiempo para la estabilización de presión, este tiempo de estabilización queda a criterio del Ingeniero.</p> <p>Verifica que no exista fuga de líquido por los elementos roscados.</p>	Informe
Ingeniero Diseño	<p>Documenta todos los parámetros y resultados de las evaluaciones que demuestren la deconformidad con el grado de validación V6, exigido por el estándar API 19 AC. Los datos de prueba identificarán la tasa de fuga o si no se produjeron fugas, debe indicarse claramente.</p>	Paquete de Diseño Sliding Sleeve ##
<p>Los procedimientos de validación del diseño y los criterios de aceptación son definidos por el fabricante. Estos documentos deben ser aprobados por una persona calificada.</p> <p>Nota: Las pruebas se realiza en serie sin reparar los componentes críticos, como los sello. Se acepta la reparación o el ajuste de componentes no validados, como accesorios o conexiones.</p>		

Figura A. 6. Documento guía para procedimiento de pruebas de validación.
(Fuente propia)

Anexo VIII. Hoja de proceso para la conformidad de producto manufacturado

	HOJA DE PROCESO PARA CONFORMIDAD DE PRODUCTO MANUFACTURADO	CODIGO: EC.GC.PP.RE.010 REVISIÓN: 06 FECHA: 2014-05-25 USO INTERNO				
CLIENTE: HERRAMIENTAS & SERVICIOS						
SERIE DE ENSAMBLE: SS4-18056						
CÓDIGO: 4SL-27EU-231						
PRODUCTO: SLIDING SLEEVE "SL" 2 7/8" X 2,31" SEAL BORE						
CANTIDAD: 1						
LICENCIA: API SPEC 19AC						
GRADO DE VALIDACIÓN: V6						
GRADO DE CALIDAD: Q2						
ITEM	ACTIVIDAD O PROCESO	PROCEDIMIENTO INTERNO	CODIGO DOCUMENTO	RESPONSABLE	REFERENCIA	FECHA
1	REQUERIMIENTO DEL CLIENTE	PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS BAJO API SPEC. 19AC.				
2	COMPRA DE MATERIA PRIMA	INSTRUCTIVO PARA LA COMPRA DE MATERIA PRIMA BAJO LA ESPECIFICACIÓN API 5CT				
3	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	PROCEDIMIENTO DE PLANTA PRODUCCIÓN				
4	GENERACIÓN DE ORDEN DE PRODUCCIÓN	PROCEDIMIENTO DE PLANTA PRODUCCIÓN				
5	CORTE DE MATERIA PRIMA Y MARCADO DE SECUENCIA	PROCEDIMIENTO DE PLANTA PRODUCCIÓN				
6	MECANIZADO DE COMPONENTES METÁLICOS	PROCEDIMIENTO DE PLANTA PRODUCCIÓN				
7	TRAZABILIDAD DE PIEZAS (MARCADO)	PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS BAJO API SPEC. 19AC.				
8	INSPECCION VISUAL Y DIMENSIONAL DE COMPONENTES METÁLICOS	PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE CALIDAD PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS BAJO API SPEC. 19AC				
9	MEDICION DE DUREZA	INSTRUCTIVO PARA MEDICIÓN DE DUREZA				
10	VULCANIZADO	PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO DEL AREA DE ELASTÓMEROS		C.O.C		
11	INSPECCION VISUAL Y DIMENSIONAL DE VULCANIZADO	PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE CALIDAD		C.O.C		
12	INSPECCION POR ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN POR ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END), POR PARTICULAS MAGNETICAS - PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE PROCESO EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS POR PARTICULAS MAGNETICAS				
13	TRATAMIENTO SUPERFICIAL NITRURADO	PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE CALIDAD				
14	TRATAMIENTO SUPERFICIAL FOSFATIZADO	PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE FOSFATIZADO AL ZINC				
15	ENSAMBLE DE SLIDING SLEEVE	INSTRUCTIVO PARA DESENSAMBLE / ENSAMBLE Y REPARACIÓN DE SLIDING SLEEVE				
16	PRUEBA DE PRESIÓN	INSTRUCTIVO PARA DESENSAMBLE / ENSAMBLE Y REPARACIÓN DE SLIDING SLEEVE				
17	PRUEBA DE APERTURA/CIERRE	INSTRUCTIVO PARA DESENSAMBLE / ENSAMBLE Y REPARACIÓN DE SLIDING SLEEVE				
18	IDENTIFICACION DE PRODUCTO MARCADO DE SERIE DE EQUIPO	INSTRUCTIVO PARA DESENSAMBLE / ENSAMBLE Y REPARACIÓN DE SLIDING SLEEVE				
19	ESTENCILADO DE MONOGRAMA	PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN Y MARCADO DE PRODUCTOS CON MONOGRAMA API Y LICENCIAS				
20	PROTECCIÓN Y EMBALAJE	INSTRUCTIVO PARA DESENSAMBLE / ENSAMBLE Y REPARACIÓN DE SLIDING SLEEVE				
21	LIBERACION FINAL CONFORME A DOCUMENTACIÓN (PAUTAS DE INSPECCIÓN, END, FOSFATIZADO Y CERTIFICADOS)	PROCEDIMIENTO PARA LA LIBERACIÓN DE PRODUCTOS				
22	RECEPCIÓN DE PRODUCTO API	INSTRUCTIVO DE ALMACENAMIENTO Y PRESERVACIÓN DEL PRODUCTO				
APROBADO POR:						
_____ JEFE DE PLANTA DE PRODUCCIÓN Ing. Gonzalo Villamarín						

Figura A. 7. Documento guía de hoja de proceso para la conformidad de producto manufacturado.
(Fuente: Propia)

Anexo IX. Manual de operación

 SERTECPET MANTENIENDO VIDA, TU ENERGÍA	MANUAL TÉCNICO	CÓDIGO: EC.GC.PP.MT.001 REVISIÓN: 00 FECHA: 2019-1-22 USO CONFIDENCIAL
--	----------------	---

MANUAL TÉCNICO SLIDING SLEEVE "SL" SPECIAL, REVISIÓN 00

CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN.
2. APLICACIONES.
3. CARACTERÍSTICAS.
4. BENEFICIOS.
5. MATERIAL DE FABRICACIÓN.
6. LISTA DE MATERIALES
7. ESPECIFICACIONES.
8. ENSAMBLE.
9. PRUEBAS.
10. OPERACIÓN.
11. ALMACENAMIENTO.
12. TRANSPORTE.
13. REPARACIÓN.
14. ADVERTENCIA.
15. PRECAUCIONES.
16. BIBLIOGRAFÍA.

Elaborado por: Grupo de Trabajo	Revisado por: Área de Servicios y Herramientas	Aprobado por: Supervisor Planta Producción
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:	Firma:

SERTECPET
ÁREA DE DISEÑO PLANTA DE PRODUCCIÓN

1 DESCRIPCIÓN

El Sliding Sleeve “SL” (Camisa Deslizable) es una herramienta de completación de fondo de pozos petroleros que va instalada en el tubing, dispone de un Closing sleeve móvil en su interior lo que permite la apertura o cierre del paso de fluido entre la tubería y el espacio anular.

2 APLICACIONES

Comunicación entre el tubing y el espacio anular.
Producción selectiva en múltiples zonas.
Alojamiento de dispositivos para control de flujo.



Figura 1. Sliding Sleeve “SL”

3 MATERIAL DE FABRICACIÓN

Sertecpet S.A. fábrica el Sliding Sleeve “SL” de diferentes metalurgias y elastómeros de alto desempeño, seleccionados en función de los ambientes de las formaciones productoras de hidrocarburos.

El Sliding Sleeve “SL” es fabricada de acero al carbono de grado AISI 4140/API L80 - 1%Cr que es compatible con la metalurgia de la completación de fondo de pozos y permite realizar el proceso de Nitrurado como tratamiento térmico, permite modificar las propiedades mecánicas como: aumento de dureza, incremento de la resistencia al desgaste, corrosión y a la fatiga, a nivel superficial.

4 LISTA DE PARTES

Tabla 1

Partes del Sliding Sleeve “SL”

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO ^a	CANT
		2-7/8" EU	
1	UPPER SUB	4SL-27EU-23186-8A	1
2	HOUSING	4SL-27EU-22539-8A	1
3	LOWER SUB	4SL-27EU-23150-8A	1
4	CLOSING SLEEVE	4SL-27EU-22509-0A	1
5	SLEEVE SEAL	19-6364287	2
6	O-RING 3/32"	19-6190149	2

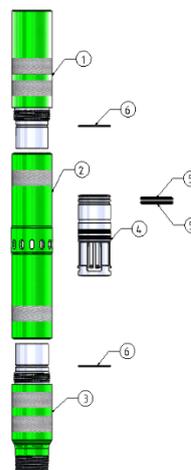


Figura 2. Partes del Sliding Sleeve “SL”

5 ESPECIFICACIONES

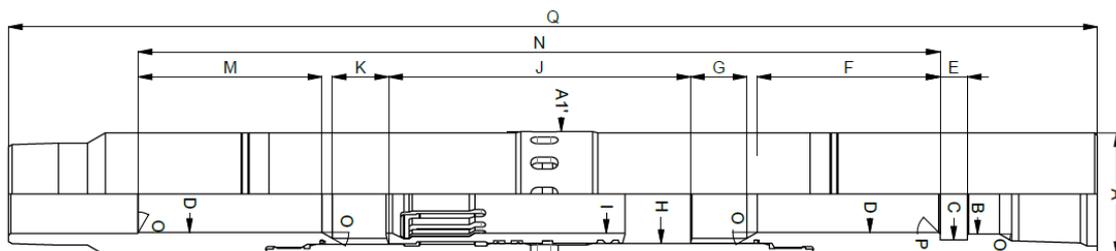


Figura 3. Dimensiones del Sliding Sleeve “SL”

Tabla 2

Datos Dimensionales (Referencia Figura 3.)

Dimensión	^b Tamaño [in]	
T ^c	2-7/8” EU	3-1/2” EU
A ^d	3,668	4,500
A'	3,768	4,600
B	2,393	2,937

Las dimensiones del Sliding Sleeve “SL” descritas anteriormente están diseñadas para operaciones de intervención en los pozos, tales como línea eléctrica, línea de pulido, línea de trenzada, tubería flexible o equipo snubbing, etc.

5.1 Cargas

El Sliding Sleeve “SL” está diseñada para usarse en completaciones de producción a una profundidad vertical verdadera (TVD) hasta 15000 [ft], se usa para pozos verticales, desviados y horizontales e hidrocarburos con un grado API mayor a 10.

Tabla 3

Cargas aplicables

SLIDING SLEEVE “SL”		ESPECIFICACIONES DE TRABAJO			SHIFTING TOOL
Medida Tubing [in]	Medida Sello [in]	Presión Colapso [psi]	Presión Estallido [psi]	Tensión de trabajo [lbf]	Código Modelo “D-2”
3 1/2”	2.81	11200	10600	180000	2.81

5.2 Rendimiento ^e

El rendimiento del Sliding Sleeve “SL” varía en función de las cargas aplicadas y de la temperatura a la cual está sometida la herramienta.

a) Temperatura de 300 [°F], y factor de seguridad de 1

Tabla 4

Datos de la herramienta 2-7/8

Datos de la herramienta		
Diam. Ext. =	3,668	[in]
Diam. Int. =	3,084	[in]
Limite de fluencia =	71700	[Psi]
Área Crítica =	2,651	[in ²]

Con las condiciones de entrada que se puede apreciar en la tabla 4, y el criterio de rendimiento de Von Mises, en la figura 4 se puede determinar los valores teóricos de cargas combinadas que se le puede someter al Sliding Sleeve Perfil “F” a una temperatura de 300 [°F].

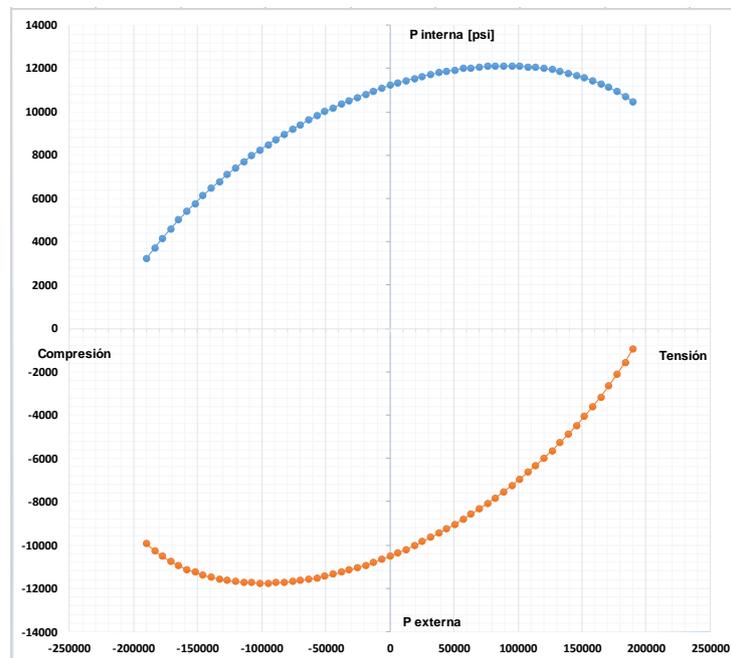


Figura 4. Rendimiento A 300 [°F] y factor de seguridad de 1

6.1. Ambiente de trabajo

La Sliding Sleeve “SL” es apta para usarse dentro de entornos en donde cuya severidad este en la región 2 de la figura 7, de acuerdo al estándar NACE MR0157.

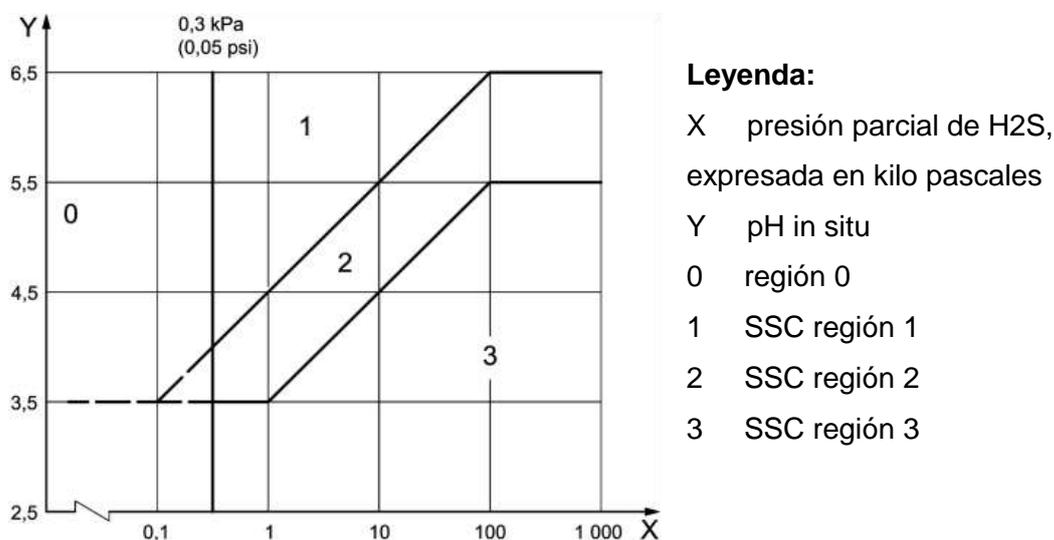


Figura 6. Regiones de severidad del entorno con respecto al SSC del carbono y aceros de baja aleación

6 ENSAMBLE

Para proceder con el ensamblado del Sliding Sleeve “SL”, se debe contar con instalaciones que cuenten con las herramientas adecuadas que serán mencionadas más adelante, las instalaciones deben estar libres de polvo, líquidos y remanentes de lubricantes u otros elementos que puedan afectar los elementos roscados y partes de sello.

Pasos

1. Revise la ficha técnica o la sección de Lista de Partes de este documento y verifique que se encuentre todos los elementos de ensamble.
2. Realice una inspección visual de los elementos para descartar que no tengan daños mecánicos u otra imperfección.
3. Tenga a la mano grasa lubricante Jet Lube AP-1 (o equivalente), las propiedades de la grasa deben ser para altas temperaturas, ambientes y líquidos agrios.
4. Apriete el ensamble con un torque de, ver tabla 6.

Tabla 6.

Torques para Sliding Sleeve Tipo "L". Lower-Upper

MEDIDA DE SLIDING SLEEVE	Torque mínimo (lb*ft)	Torque máximo (lb*ft)
2 7/8" x 2.31"	1638	1800
3 1/2" x 2.81"	2729	3010

7 PRUEBAS

Prueba apertura y cierre

Para realizar la prueba de apertura y cierre se hace uso del Shifting Tool D-2, y mediante la ayuda de un martillo mecánico y una barra de peso.

Ingrese el Shifting Tool D-2 en posición abrir por el Upper sub hasta que este se encuentre anclado en el Closing sleeve.

Instale el martillo mecánico y la barra de peso en el Shifting Tool D-2.

8 OPERACIÓN

Las técnicas de operación que se describen a continuación son básicas. Ayudan a desarrollar las destrezas y técnicas necesarias para operar de forma eficaz. Las destrezas y técnicas mejoran a medida que el operador adquiere más conocimientos sobre el montaje y capacidades de la herramienta.

8.1 Montaje

Retire los protectores de las conexiones PIN & BOX.

Retire la grasa de almacenamiento de las conexiones PIN & BOX y del área de sello.

Realice una inspección visual de las conexiones PIN & BOX para descartar daños mecánicos u otro tipo de imperfección a fin de evitar inconvenientes en el torqueado y en la hermeticidad de las mismas.

8.2 Apertura y cierre

La apertura y cierre de la Sliding Sleeve "SL" se realiza mediante el uso de métodos estándar de wireline y el Shifting Tool "D-2".

Para asegurarse que la Sliding Sleeve “SL” se encuentre abierta o cerrada verifique que el Shifting Tool D-2 quede liberado por lo menos unas 5 veces.

9 ALMACENAMIENTO

Por los materiales elastómeros el almacenamiento del Sliding Sleeve Perfil “F” debe estar de acuerdo a la norma DIN 7716, en la que recomienda que las condiciones de almacenamiento son:

Temperatura de almacenamiento debe estar entre (50 – 73) [°F]

La humedad relativa óptima del aire va desde (65 – 75) %

Almacenar de forma que la Sliding Sleeve se encuentre de forma vertical.

10 TRANSPORTE

La Sliding Sleeve “SL” debe ser:

Manipulada y transportada con sus respectivos protectores de conexiones, los cuales deben garantizar la integridad de la conexión, ante posibles caídas o golpes, y protectores

Transportada de forma horizontal con apoyos lo más cerca posibles a los moleteados y sujeta a elementos fijos para proteger lo mejor posible de las vibraciones.

11. REPARACION

Las actividades de reparación de la Sliding Sleeve devolverán al producto a una condición que cumpla con todos los requisitos establecidos la norma internacional (API Spec. 19 AC) en la edición vigente al momento de la fabricación original.

Figura A. 8. Documento guía para manual de operación.
(Fuente: Propia)

Anexo X. Ficha técnica



PRODUCTO: SLIDING SLEEVE "SL" 3-1/2" EU CONN. SPEC. 19 AC x 2.81" SEAL BORE
CÓDIGO: 4SL-35EU-281-A

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO.

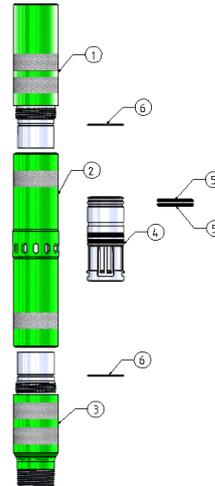
Sliding Sleeve conocido como camisa deslizable "SL", es una herramienta utilizada para la completación mecánica de pozos petroleros, tiene como función principal abrir o cerrar la comunicación desde el tubing hacia el espacio anular, y también sirve para alojar herramientas de control de flujo con perfil de asentamiento Tipo "F" o un anclaje selectivo en el Upper Sub.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

<i>Material</i>	AISI 4140 Q&T / API L80		
<i>Elastómero</i>	HNBR (90 Shore A)		
<i>Tratamiento superficial</i>	Nitrurado		
<i>Cumple requerimientos de</i>	NACE MR0175 (SSC región 2)		
<i>Longitud Total</i>	39,834 in	<i>Torque óptimo de la rosca Stub Acme</i>	2866 lb.ft
<i>Diámetro exterior máximo</i>	4,600 in	<i>Conexión superior (BOX) **</i>	3 1/2 EU
<i>Diámetro interior mínimo</i>	2,813 in	<i>Conexión inferior (PIN) **</i>	3 1/2 EU
<i>Presión de estallido</i>	10600 psi	<i>Libraje del tubing 3 1/2"</i>	9 1/3 lb/ft
<i>Presión de colapso</i>	11200 psi	<i>Distancia entre sellos</i>	22,65 in
<i>Capacidad de carga axial (tensión)</i>	2E+05 lbf	<i>Herramienta de apertura/cierre</i>	Shifting Tool D2
<i>Presión diferencia</i>	5000 psi	<i>Dirección de apertura</i>	↑
<i>Rango de temperatura</i>	-20 / 300 °F	<i>Dirección de cierre</i>	↓
<i>Ciclo de temperatura</i>	100 °F	<i># de Activaciones</i>	10
<i>Área de flujo</i>	7,712 in ²	<i>Casing</i>	>5 in
<i>Fuerza cambiante</i>	2332 lbf	<i>Grado de calidad</i>	Q2
<i>Perfil landing nipple - Upper Sub</i>	" F "	<i>Grado de validación</i>	V6
<i>Sello del landing nipple</i>	2,813 in	<i>Manual de referencia</i>	EC.GC.PP.MT.001



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	CANT
1	UPPER SUB	4SL-35EU-28186-8A	1
2	HOUSING	4SL-35EU-27539-8A	1
3	LOWER SUB	4SL-35EU-28150-8A	1
4	CLOSING SLEEVE	4SL-35EU-27509-0A	1
5	SLEEVE SEAL	19-6364350	2
6	O-RING 3/32"	19-6185237	2



(*) Las conexiones varían según el requerimiento.

Rev. A3 Marzo, 2019

Nota: Esta edición anula todas las anteriores.

Elaborado por: EDISON SAMBACHI

Sertecpet Quito:

Av. Eloy Alfaro N37-25 y José Correa

Tel.: (593 2) 3954900 Ext.: 1053

Sertecpet Orellana:

Vía Coca Lago agro Km 6 1/2

Tel.: (593 2) 3954900 Ext.: 2257

Figura A. 9. Documento guía de ficha técnica.
(Fuente: Propia)



Anexo XI. Registro de pedido materia prima para API Spec. 19AC

 <p>SERTECPET NUESTROS IDEAS. TU ENERGÍA.</p>	<p>REGISTRO DE PEDIDO MATERIA PRIMA PARA API SPEC. 19 AC ORDER REGISTER FOR RAW MATERIALS API SPEC. 19 AC</p>	<p>CÓDIGO: EC.GC.PP.RE.016 REVISIÓN: 00 FECHA: 2018-11-05 USO EXTERNO</p>
<p>Codigo / Code: 00-000000</p>	<p>Documentación / Documentation: Los certificados de inspección del material deben estar de acuerdo con: / The material inspection certificates shall be in accordance with: API SPEC. 5CT, Specification for Casing and Tubing, 13.3 Certification content ISO 10474, Steel and steel products - Inspection documents Los certificados de calificación del equipo de tratamiento térmico deben estar de acuerdo con: / The qualification certificates of the heat treatment equipment shall be in accordance with: API SPEC. 19 AC, Specification of Completion Accessories, Section: 7.4.4.2</p>	
<p>Producto / Product: AISI 4140/L80, HOLLOW TUBULAR BAR</p>	<p>Condiciones de entrega / Delivery Conditions: Fecha requerida / Date Required: xxxx Lugar de entrega / Place of Delivery: Sertecpet S.A. Planta de Producción Otras Instrucciones Especiales / Other Special Instructions:</p>	
<p>Dimensiones / Dimensions: OD: Plano plg ID: Plano plg W: Plano plg</p>	<p>Estándares de referencia aplicados al producto / Reference standards applied to product: 1. API SPEC 5CT, Specification for Casing and Tubing, Ninth Edition, 2. API SPEC. 19 AC, Specification of Completion Accessories, Section: 7.4.4.2</p>	
<p>Grado / Grade AISI 4140 Type N/A</p>	<p>Nivel de Especificación del Producto / Product Specification Levels: PSL: N/A</p>	
<p>Cantidad / Quantity: pies/foot: Plano pulgadas/inch: Plano</p>	<p>Condiciones del Producto / Product Conditions: <i>Proceso de Fabricación / Manufacturing Process</i> Sin costura / Seamless (S) <i>Tratamiento térmico / Heat treatment (Pipe):</i> Templado / Quenching (817 - 871) °C (Q & T) Revenido / Tempering (566 - 718) °C Mínimo % de martensita requerida / Minimum % martensite required for quenched HRC min = 58 x (% carbon) + 27 <i>Composición química / Chemical Composition, mass fraction (%)</i> De acuerdo a API Spec. 5CT - 9ª Edición: C (0,36 - 0,43)% ; Mn (0,70 - 1,00) ; Ni max. 0,25% ; Cu max. 0,35% P max. 0,035 % - S max. 0,040 % - Si max. 0,45% Requerimiento adicional: 1% Cr <i>Propiedades mecánicas / Mechanical properties</i> Yield strength: min. 80 KSI - max. 95 KSI Tensile strength: min. 95 KSI <i>Requerimiento de dureza / Hardness requirements</i> max. 23 HRC (241 HBW) <i>Requerimiento de resistencia al impacto / Impact strength requirements</i> Tamaño de la muestra de impacto / Acceptable Size Impact specimen: FULL SIZE / Specimens: 10x10 mm <i>Orientación / Orientation: TRANSVERSE</i> <i>Temperatura / Temperature: 0° C (32°F)</i> Mín. área de cizallamiento / Min. shear area shall be: 75% <i>Inspección no destructiva / Non-destructive examination (NDE)</i> All pipe shall be inspected for the detection of both longitudinal and transverse imperfections on the outside and inside surfaces to acceptance level L2 by ultrasonic testing. <i>Requerimiento de espesor / Wall thickness</i> Wall thickness shall be measured and recorded over the full length to confirm conformance to the thickness criteria of this International Standard. For the surface area covered by the automated system the minimum coverage shall be 25 %. <i>Identificación del producto / Product identification:</i> El producto debe ser marcado o estencillado los siguientes datos: / The product shall be marking or stencil the following data: Identificación del fabricante / Identification manufacturer Número de colada / Heat Number (HT) Identificación de lote / Batch identification Identificación de tubo / Tube Identification</p>	
<p>Realizado por / Made by:</p>	<p>Aprobado por / Approved by:</p>	<p>Comprado por / Purchased by:</p>
<p>Notas / Notes: * Los certificados de pruebas del material deben enviarse antes de la compra para su revisión / The material test certificates must be submitted prior to purchase for review. ** Materia prima para construcción de accesorios / Raw material for construction of accessories *** # Solicitud de Compra: SoIComp0060587 Fecha: xxxxxx</p>		

Figura A. 10. Documento guía de registro de requerimientos de materiales metálicos. (Fuente: Propia)

Anexo XIII. Procedimiento para la fabricación de productos bajo API Spec. 19AC



PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS BAJO API SPEC. 19 AC

CÓDIGO: EC.GC.PP.PR.012
REVISIÓN: 00
PAGINA: 1 de 10
FECHA: 2018-08-14
USO INTERNO

CONTENIDO

- 0. HOJA DE MODIFICACIONES
- 1. OBJETO
- 2. ALCANCE
- 3. REFERENCIAS
- 4. DEFINICIONES
- 5. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD
- 6. PROCEDIMIENTO
- 7. ANEXOS

Elaborado por: Grupo de Trabajo	Revisado por: Supervisor de Producción	Aprobado por: Jefe de Planta
Fecha: 2018-08-14	Fecha: 2018-08-15	Fecha: 2018-08-16
Firma:	Firma:	Firma:

0. HOJA DE MODIFICACIONES

No REVISIÓN	TIPO MODIFICACIÓN	REVISADO	APROBADO	FECHA
00	Ingreso al Sistema de Gestión	Supervisor Producción	Jefe de Planta	2018-08-16

1. OBJETO

Definir los procesos y actividades para la fabricación de accesorios de completación de fondo de pozos petroleros bajo el estándar internacional API Spec. 19 AC, basados en nuestro Sistema de Gestión Integral.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica para la fabricación de accesorios de completación bajo el estándar internacional API Spec.19 AC, en las siguientes medidas:

3. REFERENCIAS

Este procedimiento se ampara en las siguientes referencias:

- 3.1 API Spec. 19 AC: Specification for Completion Accessories
- 3.2 API Spec. 5CT: Specification for Casing and Tubing.
- 3.3 API Spec. 5B: Specification for Threading, Gauging and Thread Inspection of Casing, Tubing, and Line Pipe Threads.
- 3.4 API Spec 5B1: Gauging and Inspection of Casing, Tubing, and Line Pipe Threads.

4. DEFINICIONES

- 4.1 **Cambio de diseño sustantivo:** Cambio al diseño, identificado por el proveedor / fabricante, que puede afectar el rendimiento del producto en las condiciones de servicio previstas.
- 4.2 **Componente:** Parte individual de un ensamble.
- 4.3 **Control de características:** Método documentado por SERTECPET®, para ejecutar una actividad bajo condiciones controladas que aseguren la conformidad de los requerimientos especificados por API.

5. ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AQL: límite aceptable de calidad

COC: certificado de conformidad

FEA: análisis de elementos finitos

ID: diámetro interno

MTR: reporte de prueba de material

NDE: examen no destructivo

OD: diámetro externo

QC: control de calidad

6. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD

Actividad	Responsables
Elaborar y actualizar	Grupo de Trabajo
Revisar	Supervisor de Producción
Aprobar	Jefe de Planta
Cumplir	Técnicos de Maquinas-Herramientas, Técnicos de Tratamientos Especiales, Inspectores de Control de Calidad y Personal que intervenga en la fabricación.

6.1 Responsabilidad Operativa.

Cliente.

- Define los requisitos necesarios para el diseño como las condiciones funcionales, ambientales y de desempeño.

Jefe de Planta de Producción.

- Garantizar el cumplimiento del presente procedimiento.
- Garantizar la provisión de recursos necesarios para el cumplimiento del presente procedimiento.
- Aprueba la factibilidad de construcción.
- Revisa la ficha técnica del producto.

7. PROCEDIMIENTO

Responsable	Descripción de actividades	Registros/Anexos
ENTRADAS DE DISEÑO		
Cliente	Proporciona toda la información que este a su alcance para llenar el documento Registro de Requerimientos de Accesorios de Completación con código EC.GC.PP.RE.15. Si dispone, proporciona un informe de factibilidad de construcción.	Registro de Requerimientos de Accesorios de Completación EC.GC.PP.RE.15
DISEÑO		
Ingeniero de Diseño	Recepta e inicia la documentación del Registro de Requerimientos de Accesorios de Completación EC.GC.PP.RE.15, en una carpeta que se le designa el nombre de "Paquete de Diseño Sliding Sleeve ## (medida)", esta puede estar de forma física y/o digital.	Paquete de Diseño Sliding Sleeve (medida)
Jefe de Planta	Autoriza el inicio del documento Memoria de Diseño. Para la autorización se debe contar con lo siguiente: - Registro de Requerimientos de Accesorios de Completación	Registro de Minuta de Reunión CR.GC.CO.RE.16 y/o Correo Electrónico
Ingeniero de Diseño	Cumple con los requisitos de diseño indicados en API Spec. 19 AC, numeral 6. Prepara la Memoria de Diseño en la que debe contar con lo siguiente: Entradas de diseño - Factor de seguridad en un rango de 1,2 - 1,3 respecto al esfuerzo mínimo de fluencia del material como criterio de aceptación de diseño. Salidas de diseño - Cálculos - Rendimiento - Resumen - Conclusión	Memoria de Diseño EC.GC.PP.RE.103 Registro de pedido materia prima para API Spec. 19 AC EC.GC.PP.RE.016 Registro de requerimientos de materiales no metálicos EC.GC.PP.RE.17

7. PROCEDIMIENTO

Responsable	Descripción de actividades	Registros/Anexos
ENTRADAS DE DISEÑO		
Cliente	Proporciona toda la información que este a su alcance para llenar el documento Registro de Requerimientos de Accesorios de Completación con código EC.GC.PP.RE.15. Si dispone, proporciona un informe de factibilidad de construcción.	Registro de Requerimientos de Accesorios de Completación EC.GC.PP.RE.15
DISEÑO		
Ingeniero de Diseño	Recepta e inicia la documentación del Registro de Requerimientos de Accesorios de Completación EC.GC.PP.RE.15, en una carpeta que se le designa el nombre de "Paquete de Diseño Sliding Sleeve ## (medida)", esta puede estar de forma física y/o digital.	Paquete de Diseño Sliding Sleeve (medida)
Jefe de Planta	Autoriza el inicio del documento Memoria de Diseño. Para la autorización se debe contar con lo siguiente: - Registro de Requerimientos de Accesorios de Completación	Registro de Minuta de Reunión CR.GC.CO.RE.16 y/o Correo Electrónico
Ingeniero de Diseño	Cumple con los requisitos de diseño indicados en API Spec. 19 AC, numeral 6. Prepara la Memoria de Diseño en la que debe contar con lo siguiente: Entradas de diseño - Factor de seguridad en un rango de 1,2 - 1,3 respecto al esfuerzo mínimo de fluencia del material como criterio de aceptación de diseño. Salidas de diseño - Cálculos - Rendimiento - Resumen - Conclusión	Memoria de Diseño EC.GC.PP.RE.103 Registro de pedido materia prima para API Spec. 19 AC EC.GC.PP.RE.016 Registro de requerimientos de materiales no metálicos EC.GC.PP.RE.17

<p>Equipo de aprobación de Diseño</p>	<p>Realiza la verificación del diseño para asegurar que la Sliding Sleeve cumpla con las especificaciones técnicas de diseño y el estándar API Spec. 19 AC. La verificación de diseño debe darse como mínimo en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisiones de diseño - Cálculos de diseño - Revisa las dimensiones y tolerancias de los planos. - Comparación con diseños similares o registro históricos de condiciones de operación definidas. <p>Aprueba el plano de fabricación.</p> <p>Libera para su fabricación, si cumple con los criterios de aceptación.</p> <p>El grupo debe estar conformado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jefe de Planta de Producción - Supervisor de Planta de Producción - Supervisor de calidad de Planta de Producción - Representante de Área de Diseño 	<p>Registro de Minuta de Reunión CR.GC.CO.RE.16</p> <p>Memoria de Diseño EC.GC.PP.RE.103</p> <p>Planos</p>
<p>Ingeniero de Diseño</p>	<p>Documenta los archivos en la carpeta Paquete de Diseño Sliding Sleeve ## (medida) de forma física y/o digital.</p> <p>La carpeta debe estar dividida en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Registro de Requerimientos Sliding Sleeve. - Memoria de Diseño - Planos - Registros de verificación - Anexos 	<p>Paquete de Diseño Sliding Sleeve ###</p>
<p>FABRICACIÓN DE PROTOTIPO</p>		
<p>Supervisor de Planta de Producción</p>	<p>Recepta los planos de fabricación entregados por el departamento de diseño.</p> <p>Gestiona los recursos definidos en el requerimiento de diseño para la fabricación del prototipo.</p>	<p>Procedimiento para la Fabricación de Productos Bajo API SPEC. 19 AC EC.GC.PP.PR.12</p>

Equipo de aprobación de Diseño	<p>Verifica el informe de las pruebas de validación de la herramienta</p> <p>Aprueba la Validación del accesorio de completación</p>	<p>Pauta de Inspección EC.GC.PP.RE.301</p> <p>Informe de Pruebas</p>
Equipo de aprobación de diseño	Todos los cambios de diseño deben documentarse y revisarse en relación con la verificación del diseño para determinar si el cambio es sustancial, el cual es aquel que afecta el rendimiento del producto en las condiciones de servicio previstas.	<p>Registro de Gestión de Cambios (MOC) EC.GC.GE.RE.05</p>
Ingeniero de Diseño	Realiza en conjunto con el Área de Herramientas & Servicios, un Manual de Operación que debe estar disponible para todos los ensambles suministrados de acuerdo con la API Spec. 19 AC.	<p>Manual Técnico/Operación EC.GC.PP.MT.001</p>
Ingeniero de Diseño	Realiza en conjunto con el Área de Herramientas & Servicios, una Ficha Técnica, que debe estar disponible para todos los ensambles suministrados y debe contener al menos la información solicitada en la API Spec. 19 AC, numeral 7.2.3	Ficha Técnica
Equipo de aprobación de Diseño	<p>Verifica el Manual Técnico / Operación y Ficha Técnica de la Sliding Sleeve que cumpla con los requisitos que exige la API Spec. 19 AC.</p> <p>Aprueba el Manual de Operaciones y Ficha técnica de Sliding Sleeve</p>	<p>Manual Técnico/Operación</p> <p>Ficha Técnica Sliding Sleeve</p>
	<p>Documenta lo archivos en la carpeta Paquete de Diseño Sliding Sleeve ## (medida), la documentación debe contener lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Procedimiento para la fabricación de productos bajo API Spec. 19 AC - Registro de Requerimientos - Memoria de Diseño - Planos - Registros de resultados de verificación - Registro de resultados de validación 	

<p>Ingeniero de Diseño</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Manual de Operaciones - Ficha Técnica y, - Todos los documentos que demuestren la conformidad del diseño con el estándar API Spec. 19 AC. <p>Mantiene toda la documentación y datos asociados con la verificación del diseño justificación del cambio de diseño por un periodo de 10 años después de la fecha de la última de fabricación.</p> <p>Todos los documentos y datos deben ser legibles y deben almacenarse y conservarse de forma tal que sean fácilmente recuperables en instalaciones que brinden un entorno adecuado para evitar daños o deterioro y evitar pérdidas.</p> <p>La documentación de calidad incluye todos los documentos y datos necesarios para demostrar la conformidad con el estándar internacional API Spec. 19 AC, debe ser conservada un mínimo de 5 años a partir de la fecha de fabricación o reparación.</p>	<p>Paquete de Diseño Sliding Sleeve ##</p>
<p>PRODUCCIÓN</p>		
<p>QA/QC y/o</p>	<p>Verifica las características de la materia prima solicitada con el Informe de Pruebas de Materiales (MTR) emitido por el proveedor, con la finalidad de asegurar que ésta cumpla con las especificaciones técnicas establecidas.</p> <p>Cuando el usuario / comprador lo requiera, las propiedades mecánicas de los componentes metálicos del Tipo 1 se envía una copia de los MTR de los materiales.</p>	<p>Registro de Inspección de materia prima EC.GC.PP.RE.006</p> <p>Informe de Pruebas de Materiales (MTR)</p>

Supervisor de Control de Calidad	En caso de la sustitución temporal de un material de acuerdo al diseño validado, se ejecuta de acuerdo al numeral 6.3.3.1 de la API Spec. 19AC, donde indica que se puede ejecutar siempre y cuando se demuestre que no disminuyen las capacidades de rendimiento del producto. La sustitución del material es aprobada por los representantes de las áreas de: <ul style="list-style-type: none"> • Diseño • Control de Calidad • Producción. 	Hoja de Proceso para la Conformidad de Producto Manufacturado EC.GC.PP.RE.010
Supervisor de Planta de Producción	Designa al Técnico Operador de torno CNC, capacitado en productos API y la máquina requerida para la fabricación de la Orden de Producción	N/A
Tornero de planta de producción	Procede a mecanizar según el programa y los planos iniciales correspondientes al producto, controlando los criterios de aceptación conforme a las especificaciones y llena el registro indicado	Procedimiento de planta de producción EC.GI.PP.PR.001
Jefe de Planta de Producción	Autoriza la identificación de cada Sliding Sleeve y accesorios mediante el proceso de marcado permanente, de acuerdo con lo especificado en API Spec. 19 AC, numeral 7.3, en donde se debe incluir como mínimo la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> - Identificación Empresarial - Orden de Producción - Número del producto - Fecha de fabricación 	N/A
CONTROL DE CALIDAD		
Supervisor de Calidad	El personal de control de calidad, encargados de procesos de tratamientos y END, debe estar calificados bajo el procedimiento indicado.	Procedimiento para la Calificación y Capacitación al Personal de Inspección de

Supervisor de Calidad	<p>Conserva todos los documentos que involucren la construcción de las Sliding Sleeve y accesorios bajo la API Spec. 19 AC por un periodo mínimo de 5 años a partir de la fecha de fabricación.</p> <p>Estos documentos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Orden de Producción - Pautas de Inspección - Registro de END - Registro de tratamientos superficiales. - Certificados de Cumplimiento (COC) - Informe de Prueba de Materiales (MTR) - Hoja de Procesos de Fabricación 	<p>Procedimiento de Control de Calidad EC.GC.PP.PR.301</p>
Bodega	<p>Almacena el producto liberado por Planta de Producción conservando su integridad física de acuerdo al procedimiento indicado.</p>	<p>Procedimiento para Recepción, Almacenamiento, Preservación, Embalaje y Trazabilidad del Producto Adquirido y Elaborado EC.GC.BO.PR.01</p>
REPARACIÓN		
Técnico de TBH	<p>Las actividades para la reparación de la Sliding Sleeve, se realizarán de acuerdo al instructivo correspondiente.</p>	<p>Instructivo para desensamble / ensamble y reparación de sliding Sleeve EC.GC.PP.IN.012</p>

Figura A. 12. Documento guía para procedimiento de fabricación de productos bajo API Spec. 19 AC.
(Fuente: Propia)

Anexo XIV. Auditoría interna

GESTIÓN
quality specialists **360**

API 19 AC

INFORME DE AUDITORIA- API STANDARD 19AC AUDIT REPORT - API STANDARD 19AC

TIPO DE AUDITORIA: INTERNA CLIENTE: SERTECPET SA ALCANCE: ACCESORIOS DE COMPLETACIÓN CRITERIOS DE AUDITORIA: REQUISITOS DE LA NORMA API STD 19AC, 1 ST EDITION <small>(Note: Customer not requested API Q1 9thEd. As Audit Criteria. The API Q1 Criteria was audited by Customer Personnel)</small> FECHAS: 10 Y 11 DE MARZO DE 2019 AUDITORES: SR. FERNANDO TOYOS
AUDIT TYPE: INTERNAL AUDIT CUSTOMER: SERTECPET SCOPE: COMPLETION ACCESORIES AUDIT CRITERIA: API STD 19AC, 1 ST EDITION REQUIREMENTS <small>Note: Customer not requested API Q1 9thEd. As Audit Criteria. The API Q1 Criteria was audited by Customer Personnel)</small> AUDIT DATES: MARCH 10-11 AUDITORS: MR. FERNANDO TOYOS

TOTAL HOJAS: PAGINAS / TOTAL NC & OBS: 13 NC/ 1 OM

INFORMACION SOBRE LOCACIONES AUDITADAS: PLANTA DE PRODUCCIÓN DE SERTECPET SA, CIUDAD DEL COCA KM 6,5 VÍA LAGO AGRÍO, FRANCISCO DE ORELLANA, ECUADOR.	PERSONAL AUDITADO: JUAN FLORES (DISEÑO); EDISON SAMBACHI (DISEÑO); GONZALO VILLAMARÍN (PRODUCCION); DARIÓ RAMÍREZ (CALIDAD); ALEX NOGALES (CALIDAD); JAIME VILLAFUERTE (BODEGA-ALMACENES); ELÍAS CRUZ (ENSAMBLE).
--	---

FERNANDO TOYOS

.....
FIRMA DEL AUDITOR / AUDITOR SIGN

EUGENIA ANAUT

.....
AUDITOR COORDINATOR

.....
FIRMA DEL CLIENTE / CUSTOMER SIGN

<ul style="list-style-type: none"> -junta plana (3.3); -mandril de inyección química (3.5); -crossover (3.9) o adaptador de tubería (3.77); -Extensión (espaciador) sub (3.20); -mandril de filtro (3.22); -acoplamiento de flujo (3.23); -mandril calibre (3.25); -indicador (3.28); -herramienta de partición (3.47); -dispositivo de retención de presión temporal (3.75); -adaptador de tubo (3.77); -block-y (3.84). -Desconectar/(re)conectar, como por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> -ancla (3.1); -localizador (3.35); -herramienta de encendido (3.44); - junta de seguridad de cizallamiento (3.64); - receptáculo de junta tubular (3.78). - Movimiento de tubos, tales como: <ul style="list-style-type: none"> - Junta de expansión (recorrido) (3.18); - Recipiente de orificio pulido (3.50); - Control de expansión de la junta (3.57); - conjunto de sello (3.59); - Extensión de orificio de sellado (3.60); -sellado del espacio fuera de la junta (3.62); - telescopico giratorio sub (3.72); - Puerto de abrir en el conducto; como: <ul style="list-style-type: none"> -válvula de llenado (3.21); - Manga deslizante de control de arena (3.58); - Manga deslizante (3.65); - descargador de tensión (3.82). 	
<p>5.3 PARÁMETROS DE POZO 5.3 WELL PARAMETERS</p> <p>El usuario/comprador debe especificar, según el grado del casing y la tubería;</p>	<p>Aplicable solo para el caso 3. Se evidencia en el registro mencionado el cumplimiento con este requisito, parcialmente.</p> <p>NC-2: No se evidencia que la información del cliente sobre la configuración de la tubería se haya establecido como dato de entrada del formulario "REGISTRO DE REQUIMIENTO EC.GC.PP.RE.15 Rev 00.". Durante El Sr.</p>

<ul style="list-style-type: none"> -Dimensiones, material y grado de la carcasa y tubería; -Terminales de conexión -ángulo de perforación desde la vertical; -desviaciones y restricciones por las que debe pasar el producto; -configuración de la tubería (cuerdas simples o múltiples) y otro revestimiento (eléctrico/hidráulico/fibra óptica) que debe pasar a través del accesorio de terminación o pasar por él; -relación del accesorio de terminación con otros dispositivos de pozo/tubería/revestimiento por medio de un dibujo esquemático del pozo, si corresponde; - valores mínimos y máximos esperados de diferenciales de presión de producción/inyección, temperaturas, cambios en las temperaturas y caudales; - Cualquier otro parámetro(s) de pozo relevante. 	<p>Edizon ha mostrado un diagrama BHA "pozo OSOH-111" pero no es trazable al registro de requerimiento del caso 3.</p>
<p>5.4 PARÁMETROS OPERACIONALES 5.4 OPERATIONAL PARAMETERS</p> <p>El usuario/comprador debe especificar, según sea aplicable, cualquiera de los siguientes parámetros operativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -método de instalación, incluido el método de transporte; -método de activación y número de veces activado o manipulado; -Determinación de la profundidad; -método de recuperación; - condiciones de carga anticipadas, incluida la carga combinada (presión, tensión/compresión) y el torque, aplicados al accesorio de terminación 	<p>Aplicable solo para el caso 3</p> <p>NC-3 : No se evidencia en el "Registro de Requerimiento" la cantidad de veces de activación del accesorio. EC.GC.PP.RE.15 Rev 00.</p>

<p>Cuando así lo requiera el usuario/comprador, las propiedades mecánicas de los componentes metálicos Tipo 1 se deben verificar mediante pruebas realizadas en una muestra de material producida con la misma colada de material. La muestra de material debe experimentar el mismo proceso de tratamiento térmico que el componente que califica.</p>	<p>SPEC. 19 AC" EC.GC.PP.PR.12 rev. 00. En la sección de producción pag. 15.</p>
<p>6.3.3.3 NO METÁLICOS 6.3.3.3 NONMETALS</p> <p>Las especificaciones documentadas del fabricante para los compuestos no metálicos deben incluir los requisitos de manipulación, almacenamiento y etiquetado, incluida la fecha de curado, el número de lote, la identificación del compuesto y la vida útil adecuada para cada compuesto, y deben definir las características críticas para el rendimiento del material. como:</p> <p>a) Tipo de compuesto; b) propiedades mecánicas; 1) Resistencia a la tracción (a la rotura); 2) Alargamiento (a la rotura); 3) Módulo de tracción (al 50% o 100%, según corresponda); c) Conjunto de compresión; d) Dureza.</p>	<p>NC-5: No se evidencia que la especificación documentada de productos no metálicos descripta contenga requisitos de manipulación, almacenamiento y etiquetado según el requisito.</p> <p>Evidencia: Memorias de diseño Sliding Sleeve (apartado 2.10.1)</p> <p>OM- 1: Se recomienda que la información descripta en la memoria de diseño se dirija al área de compras para el aseguramiento de la calidad de la cadena de suministro.</p>
<p>6.3.4 CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO 6.3.4 PERFORMANCE RATING</p> <p>El proveedor/fabricante debe establecer la calificación de desempeño para lo siguiente: presión, temperatura, cargas axiales, desconexión, (re) conexión y movimiento de la tubería, según corresponda para los productos. Para los accesorios de terminación validados a los grados V4 a V0, también se requiere una cobertura de rendimiento nominal.</p> <p>En la Figura 1 se ilustra una cobertura de ejemplo. El área dentro de los límites define la cobertura de desempeño nominal. Las líneas que forman el límite de la cobertura se definen como los límites operativos máximos para los productos. Las propiedades mecánicas del metal dentro del rango de temperatura se deben considerar al determinar las clasificaciones de rendimiento.</p>	<p>En el punto 2.7 de la memoria de diseño se evidencia la calificación de desempeño.</p> <p>La figura 22, del 2.7 de la memoria de diseño, muestra los resultados estimados para los modelos auditados.</p>

<p>Las "envolvente de desempeño" clasificadas que muestren el desempeño deben cumplir con los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> -La calificación del desempeño debe representar la calificación máxima del proveedor/fabricante. -Los productos con ID se representarán con el ID no conectado a menos que se especifique con el sobre. -La calificación de las conexiones finales no se incluirá. -La convención de canto y canto se orientará como se muestra en la figura 1. -Se puede mostrar más de un gráfico con el sobre si se incluye una leyenda para su explicación. Por ejemplo, se pueden mostrar varias opciones de dispositivo de corte, como se muestra en la Figura 2. -Algunos productos (típicamente de un componente individual) pueden representarse por una envoltura curva o elíptica como se muestra a continuación en la Figura 3. Apunte la envolvente de la curva dentro de cualquier cuadrante donde la magnitud máxima de cualquiera de los valores de carga o presión excede la magnitud del valor de carga o presión en los ejes se considera el límite máximo de la posición de la herramienta como se muestra en la Figura 3. 	
<p>6.4 VERIFICACIÓN DEL DISEÑO</p> <p>6.4.1 GENERAL</p> <p>La verificación del diseño se debe realizar para asegurar que cada diseño cumpla con las especificaciones técnicas del proveedor/fabricante, incluidos todos los métodos/herramientas de transporte, operativos, de remoción, contingencia y todas las funciones nominales. La verificación de diseño incluye actividades tales como revisiones de diseño, cálculos de diseño, comparación con diseño similar y registros históricos de condiciones operativas definidas. Los resultados de verificación deben ser aprobados por una persona calificada, y los registros de los resultados se deben convertir en una parte de la documentación de diseño.</p>	<p>Se evidencia que existe el proceso de verificación</p> <p>Evidencia: Memoria de Diseño, punto 3 , análisis comparativo de los requerimientos iniciales y los resultados del diseño (tabla 24. Se evidencia aprobación por minuta de reunión fecha 27/10/2018. Firmada por Gonzalo Villamarín, Javier Aymacaña, Juan Flores, Darío Ramírez y Anibal Quinatana).</p> <p>NC-6: No se evidencia que la verificación cubra la especificación para Grado de Validación de Diseño V6 y grado de calidad Q2.</p>
<p>6.4.2 SUPUESTOS DE DISEÑO</p> <p>6.4.2 DESIGN ASSUMPTIONS</p> <p>El proveedor/fabricante debe aplicar un margen de diseño a cada componente y/o ensamble utilizando una metodología y una práctica documentada. Los márgenes de diseño documentados se utilizarán en la</p>	<p>El Fabricante establece en la memoria de diseño en el punto 2.6.1 un margen de diseño del ensamble de 1,3. En ambas memorias de Diseño.</p>

<p>Las limitaciones de escalado se definen en A.4, B.9, C.9 y D.9 para cada una de las funcionalidades clasificadas que se muestran en la Tabla 1.</p>	
--	--

REQUISITOS DEL PROVEEDOR/ FABRICANTE – SECCION 7

<p>7.1 GENERAL</p> <p>Esta sección contiene los requisitos detallados para verificar que cada producto fabricado cumple con los requisitos de las especificaciones funcionales y técnicas. Estos incluyen los requisitos de documentación y control de datos, identificación del producto, QT, pruebas funcionales, reparación, envío y almacenamiento.</p> <p>7.2 DOCUMENTACIÓN Y CONTROL DE DATOS.</p> <p>7.2.1 GENERAL</p> <p>7.2 DOCUMENTATION AND DATA CONTROL</p> <p>7.2.1 GENERAL</p> <p>El proveedor/fabricante debe establecer y mantener procedimientos documentados para controlar todos los documentos y datos que se relacionan con los requisitos de esta Norma Internacional. Estos documentos y deben mantenerse para demostrar el cumplimiento con los requisitos especificados. Todos los documentos y datos deben ser legibles y deben almacenarse y conservarse de manera que puedan recuperarse fácilmente en instalaciones que brinden un entorno adecuado para evitar daños o deterioros y para evitar pérdidas. Los documentos y los datos pueden estar en cualquier tipo de medios, como medios duros o electrónicos. Todos los documentos y datos estarán disponibles y serán auditables por el usuario / comprador. Toda la documentación y los datos asociados con la verificación del diseño (ver 6.4), la validación del diseño (ver 6.5), la justificación del cambio de diseño (ver 6.6), y el archivo de diseño se deben</p>	<p>“Procedimiento para elaborar y controlar documentos y registros” CR.GI.RD.PR.01 Rev. 13</p> <p>Requisitos de Archivo para documento de diseño esta en el “Procedimiento para la fabricación de productos bajo Spec 19 AC” en la Sección 7 Validación.</p> <p>NC-8: Durante la auditoría en el sector de ensamble del accesorio se detecta que el documento que utiliza el personal como guía de ensamble, PASOS ARMADO DE SLIDING SLEEVE EC.GC.TB.IN.01 Desensam de SSL Rev 09, no contiene los criterios de torque actualizados según la Tabla 3 de la Memoria de Diseño.</p>
--	--

<p>mantener durante los 10 años posteriores a la fecha de la última fabricación. La documentación de calidad incluye todos los documentos y datos necesarios para demostrar el cumplimiento de 7.4.1 a 7.4.15. El proveedor / fabricante deben conservar la documentación de calidad por un periodo mínimo de 5 años a partir de la fecha de reparación del fabricante. Estos deben estar disponibles y auditables por el usuario / comprador.</p>	
<p>7.2.2 MANUAL DE OPERACIONAL 7.2.2 OPERATING MANUAL</p> <p>-</p>	<p>Se evidencia el MANUAL TECNICO SLIDING SLEEVE PERFIL "F" 3 1/2" EC.GC.PP.MT.002 Rev 00 Fecha 2019-01-22.</p> <p>Se evidencia el MANUAL TECNICO SLIDING SLEEVE PERFIL "F" 2 7/8 EC.GC.PP.MT.002 Rev 00 Fecha 2019-01-22</p>
<p>7.2.3 HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO 7.2.3 PRODUCT DATASHEET</p> <p>Las hojas de datos del producto deben estar disponibles para el usuario/comprador, como se requiere en 6.1, y contendrán la siguiente información, donde sea aplicable:</p> <ul style="list-style-type: none"> -nombre del proveedor/fabricante; -número de producto del fabricante. - nombre del producto del fabricante; -cumplimiento de la norma ENI / NACE MR0175 / ISO 15156; -materiales metálicos; -materiales no metálicos; -diámetro del drift; -mínimo ID; -medida OD; -longitud total; - rango de temperatura; - rango de ciclo de temperatura; -clasificaciones de desconexión: <ul style="list-style-type: none"> - Desconectar la presión de descarga; -número de desconexiones; -desconecte la carga; - (re) conectar calificaciones: <ul style="list-style-type: none"> - (re)conectar la temperatura; -número de (re)conexiones; 	<p>Se evidencia la existencia de la FICHA TECNICA SLIDING SLEEVE "SL" 2-7/8" EU CONN. x 2.31" SEAL BORE Y FICHA TECNICA SLIDING SLEEVE "SL" 3-1/2" EU CONN. x 2.81" SEAL BORE.</p> <p>NC-9 No se evidencia que las fichas técnicas mencionadas en el anterior párrafo contengan los siguientes datos aplicables:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Modelo de la herramienta de activación; -Número de ciclos de activación; -Presión diferencial; -Tamaño del Casing.

<p>7.4.4.2 CALIFICACIÓN DE EQUIPOS DE TRATAMIENTO TÉRMICO 7.4.4.2 HEAT-TEATING EQUIPMENT QUALIFICATION</p> <p>7.4.4.2.1 CALIBRACIÓN DEL HORNO 7.4.4.2.1 FURNACE CAUBRATION</p> <p>Los hornos se deben calibrar de acuerdo con uno de los siguientes procedimientos: -procedimientos especificados en una norma internacional o nacional como SAE AMS-2750E; -Las especificaciones documentadas del proveedor / fabricante, incluidos los criterios de aceptación que no son tan estrictos como los procedimientos identificados anteriormente.</p>	<p>NC-11 No se evidencia que la organización tenga definidos requisitos para la calibración de los hornos para tratamiento térmico.</p>
<p>7.4.4.2.2 INSTRUMENTACIÓN 7.4.4.2.2 INSTRUMENTATION</p> <p>La instrumentación debe cumplir los siguientes requisitos. -Se utilizarán instrumentos de control y grabación automáticos. -Las termocuplas deben ubicarse en las zonas de trabajo de producción de humos y se deben extraer de las atmósferas de la producción de humos. -los instrumentos de control y grabación utilizados para el tratamiento térmico poseen una precisión de +/- 1% en su rango de escala completa. -los instrumentos de control y registro de la temperatura deben calibrarse al menos una vez cada 3 meses hasta que un historial de calibración documentado se establezca. Los intervalos de calibración se establecerán en función de la repetitividad, el grado de uso y el historial de calibración documentado. -el equipo utilizado para calibrar el equipo de producción debe tener una precisión de +/- 0,25% del rango de escala completa.</p>	<p>NC-12 No se evidencia que los dispositivos utilizados en el tratamiento térmico tengan la exactitud requerida +/- 1%</p>
<p>7.4.5 TRAZABILIDAD DE COMPONENTES 7.4.5 COMPONENT TRACEABILITY</p> <p>La trazabilidad de los componentes debe cumplir los siguientes requisitos. -los componentes de tipo 1 deben ser rastreables en el lote de trabajo para Q2 y Q3.</p>	<p>Los componentes son rastreables mediante el número de OP. Esto se verifica mediante la revisión de la Ficha de liberación de producto nuevo – Ensamble Código EC.GC.BO.RE.07 Rev 06. Correspondiente al ensamble del Caso 3.</p>

CONCLUSIONES

FORTALEZAS

F: Se destaca la infraestructura de la Planta de producción, el orden y la limpieza, al igual que el laboratorio de control de calidad.

PRINCIPALES CONCLUSIONES

Se evidencia un Sistema de Gestión de Calidad que integra los requisitos de la Norma API 19 AC, 1st Ed. en sus procesos de manufactura y Diseño & Desarrollo.

Se recomienda que la organización mejore el proceso de incorporación de accesorios de completación dentro del alcance de la norma.